ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA

MANUAL DE SANEAMENTO

FUNASA

ORIENTAÇÕES TÉCNICAS

FUNASA
Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro da Saúde
Humberto Sérgio Costa Lima

Presidente da Fundação Nacional de Saúde
Valdi Camarcio Bezerra

Diretor-executivo
Lenildo Dias de Morais

Chefe de Gabinete
Cristina Santana

Diretora do Departamento de Engenharia de Saúde Pública
Kátia Regina Ern

Diretor do Departamento de Saúde Indígena
Ricardo Luíz Chagas

Diretor do Departamento de Administração
Wilmar Alves Martins

Diretor do Departamento de Planejamento e Desenvolvimento Institucional
Déo Costa Ramos

Auditor-Chefe
Rômulo Lins de Araújo Filho

Procurador-Chefe
Cláudio Renato do Canto Farág

Assessor Parlamentar
Jorge Augusto Oliveira Vinhas

Assessora de Comunicação e Educação em Saúde
Suelene Gusmão

Manual de Saneamento

Brasília, 2004

Copyright © 2004
Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**)
Ministério da Saúde
1947 — Fundação Serviços de Saúde Pública — Manual de Guardas de Endemias
1964 — Fundação Serviços de Saúde Pública — Manual de Saneamento
1981 — Ministério da Saúde — Manual de Saneamento
1991 — 2ª. Edição - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde
1994 — 2ª. Edição - reimpressão — Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde
1999 — 3ª. Edição - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde
2004 — 3ª. Edição revisada - Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde

Editor
Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde
Núcleo de Editoração e Mídias de Rede/Ascom/Presi/**Funasa**/MS
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bl. N, 5º andar - sala 511
70.070-040 - Brasília/DF

Distribuição e Informação
Departamento de Engenharia de Saúde Pública (Densp)
Setor de Autarquias Sul, Quadra 4, Bl. N, 6º Andar
Telefone: 0XX61 314-6262 - 314-6380
70.070-040 - Brasília/DF

Tiragem
10.000 exemplares

Brasil. Fundação Nacional de Saúde.
Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

408 p.

ISBN: 85-7346-045-8

1. Saneamento. I. Título.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Impresso no Brasil
Printed in Brazil

Sumário

Prefácio 7

Introdução 9

Capítulo 1. Saneamento ambiental 13

1.1. Introdução 13
1.2. Conceitos 14
1.3. Os sistemas ambientais 15
1.4. Educação ambiental 29
1.5. Gestão ambiental 31
1.6. Referências bibliográficas 34

Capítulo 2. Abastecimento de água 35

2.1. Introdução 35
2.2. Generalidades 36
2.3. Doenças relacionadas com a água 36
2.4. A água na natureza 39
2.5. Quantidade de água para fins diversos 48
2.6. Medições de vazão 51
2.7. Solução para abastecimento de água 56
2.8. Mananciais para abastecimento de água 56
2.9. Formas de captação da água 58
2.10. Abastecimento público de água 80
2.11. Referências bibliográficas 150

Capítulo 3. Esgotamento sanitário 153

3.1. Considerações gerais 153
3.2. Esgotos domésticos 154
3.3. Conceito de contaminação 158
3.4. Sobrevivência das bactérias 158
3.5. Estabilização dos excretas 160
3.6. Doenças relacionadas com os esgotos 163
3.7. Capacidade de absorção do solo 166
3.8. Soluções individuais para tratamento e destinação final dos esgotos domésticos 170
3.9. Soluções coletivas para tratamento e destinação Final dos esgotos 184
3.10. Referências bibliográficas 226

Capítulo 4. Resíduos sólidos 227
4.1. Considerações gerais 227
4.2. Acondicionamento, coleta e transporte dos resíduos sólidos
4.3. Limpeza pública 231
4.4. Redução, reutilização e reciclagem 243
4.5. Coleta seletiva 246
4.6. Compostagem 256
4.7. Incineração 263
4.8. Disposição final 266
4.9. Resíduos de serviços de saúde 266
4.10. Mobilização comunitária 270
4.11. Legislação e normas técnicas para os resíduos sólidos 280
4.12. Referências bibliográficas 281
Capítulo 5. Drenagem 285
5.1. Introdução 287
5.2. Importância sanitária 287
5.3. Conceito 287
5.4. Tipos de drenagem 288
5.5. Critérios e estudos para obras de drenagem 290
5.6. Ações desenvolvidas no combate à malária 291
5.7. Referências bibliográficas 291
Capítulo 6. Biologia e controle de artrópodos 293
6.1. Generalidades 295
6.2. Principais artrópodos de importância sanitária 295
6.3. Uso de inseticidas no controle de artrópodos 295
6.4. Controle biológico de artrópodos 315
6.5. Referências bibliográficas 318
Capítulo 7. Controle de roedores 318
7.1. Generalidades 319
7.2. Importância econômica e sanitária 319
7.3. Aspectos da biologia e comportamento dos roedores 319
7.4. Espécies de roedores de interesse sanitário 320
7.5. Sinais indicativos da presença de roedores 320
7.6. Controle de roedores 322
7.7. Referências bibliográficas 332

Capítulo 8. Alimentos 333
8.1. Introdução 333
8.2. Doenças transmitidas por alimentos (DTA) 334
8.3. Atuação do saneamento 340
8.4. Controle da qualidade dos alimentos 340
8.5. Controle dos manipuladores/pessoal da área de produção/ manipulação/venda 348
8.6. Controle das instalações e edificações em estabelecimentos da área de alimentos 350
8.7. Controle da armazenagem e transporte de alimentos 353
8.8. Medidas sanitárias para a proteção de matérias-primas e produtos alimentícios 354
8.9. Referências bibliográficas 356
Capitulo 9. Noções de topografia e numeração predial 359
9.1. Definição 359
9.2. Importância 359
9.3. Plano topográfico 359
9.4. Planta topográfica 360
9.5. Levantamento 360
9.6. Medida dos alinhamentos 361
9.7. Bússola 367
9.8. Método de levantamento 368
9.9. Nivelamento 372
9.10. Desenho de plantas 377
9.11. Numeração predial 378
9.12. Numeração métrica 379
9.13. Numeração dos quarteirões 385
9.14. Referências bibliográficas 386
Capítulo 10. Materiais de construção para saneamento 387
10.1. Materiais de construção 387
10.2. Peças do telhado 391
10.3. Composição 392
10.4. Fundações 399
10.5. Instalações elétricas 401
10.6. Instalações hidráulicas 402
10.7. Instalações de esgotos 404
10.8. Referências bibliográficas 404

Prefácio

O Serviço Especial de Saúde Pública (Sesp), em 1947, publicou o "Manual para Guardas Sanitários" em documento mimiografado que, nos anos seguintes, foi reproduzido diversas vezes. Enriquecido pelas experiências e pela pesquisa de campo do Sesp, esse documento foi sendo aprimorado e, a partir de 1961, seus conteúdos começaram a ser revisados.

Em 1964, sob a iniciativa da Fundação Serviço Especial de Saúde Pública (Fsesp) e com base no "Manual para Guardas Sanitários", foi editado o "Manual de Saneamento". Sua elaboração contou com a valiosa colaboração do engenheiro sanitarista Szachna Eliasz Cynamon, profissional que muito tem contribuído para a promoção das ações de saneamento no Brasil.

Depois de três décadas, em 1994, o "Manual de Saneamento" passou por algumas revisões, sendo reunido em um só volume e republicado pela Fundação Nacional de Saúde (**Funasa**), instituição criada por meio do Decreto nº 100, de 16 de abril de 1991.

Tendo em vista a proximidade da chegada do novo milênio, a Fundação Nacional de Saúde, por intermédio de sua área técnica, resolveu promover uma revisão detalhada do Manual, acrescentando inclusive novos capítulos e retirando outros, com o intuito de torná-lo mais atual.

Este novo Manual, além das questões técnicas abordadas anteriormente, procura dar também ao leitor uma visão mais conceitual dos problemas ligados ao meio ambiente, reportando-se, por exemplo, à Agenda 21, um dos principais documentos elaborados na Conferência das Nações Unidas pelo Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

Acredita-se que, desta forma, o Manual de Saneamento irá abranger um maior número de leitores, não somente da área de saneamento como também de diversas outras áreas que procuram adquirir conhecimentos e uma maior integração com o saneamento.

Introdução

Histórico

A importância do saneamento e sua associação à saúde humana remonta às mais antigas culturas. O saneamento desenvolveu-se de acordo com a evolução das diversas civilizações, ora retrocedendo com a queda das mesmas, ora renascendo com o aparecimento de outras.

Os poucos meios de comunicação do passado podem ser responsabilizados, em grande parte, pela descontinuidade da evolução dos processos de saneamento e retrocessos havidos.

Conquistas alcançadas em épocas remotas ficaram esquecidas durante séculos porque não chegaram a fazer parte do saber do povo em geral, uma vez que seu conhecimento era privilégio de poucos homens de maior cultura.

Por exemplo, foram encontradas ruínas de uma civilização na Ìndia que se desenvolveu a cerca de 4.000 anos, onde foram encontrados banheiros, esgotos na construção e drenagem nas ruas (Roseu 1994).

O velho testamento apresenta diversas abordagens vinculadas às práticas sanitárias do povo judeu como, por exemplo, o uso da água para limpeza: "roupas sujas podem levar a doenças como a escabiose". Desta forma os poços para abastecimento eram mantidos tampados, limpos e longe de possíveis fontes de poluição (Kottek, 1995).

Existem relatos do ano 2000 a.C., de tradições médicas, na Índia, recomendando que "a água impura deve ser purificada pela fervura sobre um fogo, pelo aquecimento no sol, mergulhando um ferro em brasa dentro dela ou pode ainda ser purificada por filtração em areia ou cascalho, e então resfriada" (Usepa, 1990).

No desenvolvimento da civilização greco-romana, são inúmeras as referências às práticas sanitárias e higiênicas vigentes e à construção do conhecimento relativo a associação entre esses cuidados e o controle das doenças.

Das práticas sanitárias coletivas mais marcantes na antigüidade podemos citar a construção de aquedutos, banhos públicos, termas e esgotos romanos, tendo como símbolo histórico a conhecida Cloaca Máxima de Roma.

Entretanto, a falta de difusão dos conhecimentos de saneamento levou os povos a um retrocesso, originando o pouco uso da água durante a Idade Média, quando o *per capita* de certas cidades européias chegou a um litro por habitante/dia. Nessa época,

houve uma queda nas conquistas sanitárias e conseqüentemente sucessivas epidemias. Quadro característico desse período é o lançamento de dejeções na rua. Cumpre assinalar, todavia, nessa ocasião, a construção de aquedutos pelos mouros, o reparo do aqueduto de Sevilha em 1235, a construção de aqueduto de Londres com o emprego de alvenaria e chumbo e, em 1183, o abastecimento inicial de água em Paris.

Ainda nos dias de hoje, mesmo com os diversos meios de comunicação existentes, verifica-se a falta de divulgação desses conhecimentos. Em áreas rurais a população consome recursos para construir suas casas sem incluir as facilidades sanitárias indispensáveis, como poço protegido, fossa séptica, etc.

Assim sendo o processo saúde *versus* doença não deve ser entendido como uma questão puramente individual e sim como um problema coletivo.

Saúde, saneamento e o meio ambiente

O conceito de Promoção de Saúde proposto pela Organização Mundial de Saúde (OMS), desde a Conferência de Ottawa, em 1986, é visto como o princípio orientador das ações de saúde em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos mais importantes fatores determinantes da saúde são as condições ambientais.

O conceito de saúde entendido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Hoje, além das ações de prevenção e assistência, considera-se cada vez mais importante atuar sobre os fatores determinantes da saúde. É este o propósito da promoção da saúde, que constitui o elemento principal da propostas da Organização Mundial de Saúde e da Organização Pan-Americana de Saúde (Opas).

A utilização do saneamento como instrumento de promoção da saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais, municípios e localidades de pequeno porte.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarréia que com mais de quatro bilhões de casos por ano, é a doença que aflige a humanidade. Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento.

Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e a serviços básicos, embora todo ser humano tenha direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza.

No Brasil as doenças resultantes da falta ou inadequação de saneamento, especialmente em áreas pobres, têm agravado o quadro epidemiológico. Males como cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose são exemplos disso.

Atualmente, cerca de 90% da população urbana brasileira é atendida com água potável e 60% com redes coletoras de esgotos. O déficit, ainda existente, está localizado,

basicamente, nos bolsões de pobreza, ou seja, nas favelas, nas periferias das cidades, na zona rural e no interior.

Investir em saneamento é a única forma de se reverter o quadro existente. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R$1,00 (hum real) investido no setor de saneamento, economiza-se R$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa.

Entretanto, é preciso que se veja o outro lado da moeda pois o homem não pode ver a natureza como uma fonte inesgotável de recursos, que pode ser predada em ritmo ascendente para bancar necessidades de consumo que poderiam ser atendidas de maneira racional, evitando a devastação da fauna, da flora, da água e de fontes preciosas de matérias-primas.

Pode-se construir um mundo em que o homem aprenda a conviver com seu hábitat numa relação harmônica e equilibrada, que permita garantir alimentos a todos sem transformar as áreas agricultáveis em futuros desertos.

Para isso é necessário que se construa um novo modelo de desenvolvimento em que se harmonizem a melhoria da qualidade de vida das suas populações, a preservação do meio ambiente e a busca de soluções criativas para atender aos anseios de seus cidadãos de ter acesso a certos confortos da sociedade moderna.

A Conferência do Rio de Janeiro (1992) realizada pela ONU, com a participação da maioria dos países do mundo, teve como resultado mais significativo o documento, assinado por mais de 170 países, sobre a **Agenda 21** onde esses países se comprometem a adotar um conjunto de medidas visando a melhorar a qualidade de vida no planeta.

O objetivo final da **Agenda 21** seria um programa de ações, criado com a intensa participação da sociedade, próprio para um desenvolvimento sustentável que atenda às necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

O tempo nos pressiona cada vez mais para a conscientização de nossa responsabilidade diante do desenvolvimento das futuras gerações. A formação da **Agenda 21** local deve ser considerada como um processo contínuo de ação da sociedade, pois somente assim estaremos caminhando rumo a um desenvolvimento sustentável eficiente e duradouro.

Capítulo 1

Saneamento ambiental

1.1. Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU), formada por quase todos os países do mundo, realiza reuniões para discutir sobre temas importantes para a humanidade e um desses assuntos é o meio ambiente. Dois desses eventos foram de importância fundamental para o balizamento da questão ambiental no mundo: a Conferência de Estocolmo - 1972 e Conferência do Rio de Janeiro - 1992.

A Conferência de Estocolmo teve como objetivo conscientizar os países sobre a importância de se promover a limpeza do ar nos grandes centros urbanos, a limpeza dos rios nas bacias hidrográficas mais povoadas e o combate à poluição marinha. Na ocasião, a preservação dos recursos naturais foi formalmente aceita pelos países participantes e a Conferência, na Suécia, culminou com a Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente.

A partir daí a questão ambiental tornou-se uma preocupação global e passou a fazer parte das negociações internacionais. Foi criado, ainda em 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) com sede em Nairóbi, Kenya.

Sobre a Conferência do Rio, em 1992, o objetivo principal foi discutir as conclusões e propostas do relatório "Nosso Futuro Comum", produzido em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente (comissão criada pela ONU, no final de 1983, por iniciativa do Pnuma).

No relatório, importantíssimo na busca do equilíbrio entre desenvolvimento e preservação dos recursos naturais, destaca-se o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades".

Nessa Conferência foram produzidos documentos fundamentais entre eles a **Agenda 21** assinada pelos governantes dos países participantes, onde ratificam o compromisso de adotar um conjunto de atividades e procedimentos que, no presente, melhorarão a qualidade de vida no planeta, conforme definido no relatório "Nosso Futuro Comum".

No capítulo XXVIII, a **Agenda 21** diz que, sem o compromisso e cooperação de cada municipalidade, não será possível alcançar os objetivos firmados no documento. Cada municipalidade é convocada a criar, com plena interferência e debate de seus cidadãos, uma estratégia local própria de desenvolvimento sustentável. Essa **Agenda 21 Local** é o processo contínuo pelo qual uma comunidade (bairro, cidade, região) deve

criar planos de ação destinados a adequar as suas necessidades à prática de viver dentro do conceito que se estabeleceu como sustentável.

O pacto entre o meio ambiente e o desenvolvimento, celebrado no Rio, foi uma conquista importante dos países mais pobres, que acrescentaram à questão de sustentabilidade ambiental os problemas, não menos presentes, da sustentabilidade econômica e social.

Neste sentido a **Agenda 21** deve ser entendida como instrumento transformador de planejamento estratégico e participativo, a serviço de todos os cidadãos, introduzindo em cada município novos padrões administrativos mais equilibrados, valorizando as oportunidades únicas de uma Natureza que nos oferece muito mais do que podemos utilizar.

Cuidar da natureza é um assunto que diz respeito a todos nós, e o melhor caminho é fazer o uso correto e equilibrado do patrimônio natural que possuímos, que está se perdendo pelo consumo excessivo de alguns e pelo desperdício de outros.

Logo, o saneamento ambiental deve focalizar a integração mundial para o desenvolvimento sustentável, garantindo a sobrevivência da biodiversidade e questões prioritárias como o bem-estar da população e a preservação ambiental.

Cidades sustentáveis, eis o desafio a seguir, integrando-as às suas florestas, às terras produtivas que exigem cuidados e às bacias hidrográficas que nos garantam a vida.

1.2. Conceitos

1.2.1. Saneamento ambiental

É o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

1.2.2. Meio ambiente

A Lei nº 6.938, de 31/8/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação no Brasil, define: “Meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”.

1.2.3. Salubridade ambiental

É o estado de higidez em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias

veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar.

1.3. Os sistemas ambientais

1.3.1. Considerações gerais

A poluição do meio ambiente é assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais, como também os países em desenvolvimento. Isso decorre de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recursos naturais. Questões como: aquecimento da temperatura da terra; perda da biodiversidade; destruição da camada de ozônio; contaminação ou exploração excessiva dos recursos dos oceanos; a escassez e poluição das águas; a superpopulação mundial; a baixa qualidade da moradia e ausência de saneamento básico; a degradação dos solos agricultáveis e a destinação dos resíduos (lixo), são de suma importância para a Humanidade.

Ao lado de todos esses problemas estão, ainda, os processos de produção utilizados para extrair matérias-primas e para transformá-las numa multiplicidade de produtos para fins de consumo em escala internacional. Embora se registrem progressos no setor das técnicas de controle da poluição, para diversos campos da indústria de extração e de transformação, é preciso reconhecer que não há métodos que propiciem um controle absoluto da poluição industrial.

As considerações econômicas exercem um grande papel quando se trata de definir a melhor tecnologia disponível, que até certo ponto é influenciada por fatores relativamente independentes das necessidades de controle da poluição. Existem indícios, por exemplo, de que muitas empresas de grande porte tendem a se transferir para áreas sem padrões rígidos de controle, instalando-se em países em desenvolvimento que, na busca de investimentos econômicos, aceitam a poluição como um mal necessário.

Figura 1 — Meio Ambiente

Fonte: Teixeira, 1996.

Os grandes problemas ambientais ultrapassam as fronteiras territoriais e devem ser tratados de forma global, pois afetam a vida de todos no Planeta. Daí se explica por que países mais desenvolvidos colocam barreiras à importação de produtos resultantes de processos prejudiciais ao meio ambiente.

A ONU vem fazendo um esforço no sentido de reverter o processo acelerado de degradação dos recursos naturais no mundo, que também tem como causas a explosão demográfica e as precárias condições de vida de grande parte da população.

Mais de um bilhão dos habitantes da Terra não têm acesso a habitação segura e serviços básicos de saneamento como: abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário e coleta de lixo. A falta de todos esses serviços, além de altos riscos para a saúde, são fatores que contribuem para a degradação do meio ambiente.

A situação exposta se verifica especialmente nos cinturões de miséria das grandes cidades, onde se aglomeram multidões em espaços mínimos de precária higiene. Estudos do Banco Mundial (1993) estimam que o ambiente doméstico inadequado é responsável por quase 30% da ocorrência de doenças nos países em desenvolvimento. O quadro a seguir ilustra a situação.

Quadro 1— Estimativa do impacto da doença devido à precariedade do ambiente doméstico nos países em desenvolvimento — 1990

Principais doenças ligadas à precariedade do ambiente doméstico	Problema ambiental
Tuberculose.	Superlotação.
Diarréia.	Falta de saneamento, de abastecimento d'água, de higiene.
Doenças tropicais.	Falta de saneamento, má disposição do lixo, foco de vetores de doenças nas redondezas.
Verminoses.	Falta de saneamento, de abastecimento d' água, de higiene.
Infecções respiratórias.	Poluição do ar em recinto fechado, superlotado.
Doenças respiratórias crônicas.	Poluição do ar em recinto fechado.
Câncer do aparelho respiratório.	Poluição do ar em recinto fechado.

Fonte: Banco Mundial, 1993.

Outro problema relacionado à poluição do mar causada pelos despejos de rejeitos tóxicos e materiais assemelhados e o escoamento de águas poluídas dos continentes, aumenta de forma progressiva no mundo inteiro. Tudo isso, aliado ao excesso de pesca, está levando ao declínio diversas zonas pesqueiras regionais.

A extinção de espécies vivas e de ecossistemas, conhecida como biodiversidade, também é um grave e irreversível problema global. Segundo estimativas conservadoras, existem entre cinco e dez milhões de espécies de organismos no mundo; mas há quem calcule até 30 milhões. Dessas, somente 1,7 milhão foram identificadas pelo homem.

De 74% a 86% das espécies vivem em florestas tropicais úmidas como a Amazônia. Acredita-se que entre 20% e 50% das espécies estarão extintas até o final do século em razão da destruição das florestas e dos santuários ecológicos situados nas ilhas.

Como podemos verificar a atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos afetando os recursos naturais e a saúde humana. Esses impactos se fazem sentir nas águas, ar e solo e na própria atividade humana.

O controle das substâncias químicas perigosas, o manejo adequado dos recursos hídricos e dos resíduos sólidos, o controle de ruídos, das vibrações e das radiações são essenciais à proteção do meio ambiente natural e do ambiente modificado onde vive e trabalha o homem.

A seguir passaremos a tratar destes assuntos segundo sua subdivisão no ambiente (água, ar e solo), embora devamos admitir que esta é uma divisão puramente didática, pois, na Natureza, não existe a separação absoluta entre esses elementos. Eles formam um todo inseparável em que qualquer alteração de um reflete no outro. Além disso, problemas ambientais não se restringem a um espaço definido pois podem atingir grandes áreas do planeta, como o caso da contaminação nuclear, a contaminação dos oceanos e a destruição da camada de ozônio. Chamamos também a atenção para o fato de que a maior parte dos problemas ambientais acontecem na esfera local.

1.3.2. Água

a) considerações gerais

Todas as reações nos seres vivos necessitam de um veículo que as facilite e que sirva para regular a temperatura em virtude do grande desprendimento de calorias resultante da oxidação da matéria orgânica.

A água que é fundamental à vida, satisfaz completamente a estas exigências e se encontra presente em proporções elevadas na constituição de todos os seres vivos, inclusive no homem, onde atinge cerca de 75% de seu peso. Sua influência foi primordial na formação das aglomerações humanas.

O homem sempre se preocupou com o problema da obtenção da qualidade da água e em quantidade suficiente ao seu consumo e desde muito cedo, embora sem grandes conhecimentos, soube distinguir uma água limpa, sem cor e odor, de outra que não possuísse estas propriedades atrativas.

b) ciclo hidrológico

A água presente em nosso ambiente encontra-se em constante movimento. Os processos de transporte de massa tem lugar na atmosfera, em terra e nos oceanos. O conjunto desses processos é chamado de ciclo hidrológico e a energia necessária para seu funcionamento é de origem solar — mais precisamente, a diferença entre a radiação emitida pelo Sol e a refletida pela atmosfera terrestre. O insumo básico, em termos hídricos, constitui-se pela precipitação.

O homem sempre procurou entender os fenômenos do ciclo hidrológico e mensurar as suas fases, na medida em que se capacitava tecnologicamente. Entretanto, em que pese o atual conhecimento sobre o ciclo, há o caráter aleatório inerente ao mesmo, que nos obriga a trabalhar sempre com estatística.

c) distribuição geográfica da água

A quantidade de água livre sobre a terra atinge 1.370 milhões km^3, correspondente a uma camada imaginária de 2.700m de espessura sobre toda a superfície terrestre (510 milhões de km^2) ou a profundidade de 3.700m se considerarmos as superfícies dos mares e oceanos somados (274 milhões de km^2).

À primeira vista, o abastecimento de água parece realmente inesgotável, mas se considerarmos que 97% (noventa e sete por cento) é água salgada, não utilizável para a agricultura, uso industrial ou consumo humano, a impressão já muda. Agrava-se ainda que, da quantidade de água doce existente 3% (três por cento), apenas 0,3% (zero vírgula três por cento), aproximadamente, é aproveitável pois a maior parte encontra-se presente na neve, gelo ou em lençóis subterrâneos situados abaixo de uma profundidade de 800m, tornando-se inviável ao consumo humano.

Em resumo, a água utilizável é um total de 98.400km^3 sob a forma de rios e lagos e 4.050.800km^3 sob a forma de águas subterrâneas, equivalentes a uma camada de 70,3cm, distribuída ao longo da face terrestre (136 milhões de km^2).

d) a utilização da água e as exigências de qualidade

A água pode ser considerada sob três aspectos distintos, em função de sua utilidade, conforme apresentado a seguir.

Quadro 2 — Usos da água

Aspectos	Utilidades
Elemento ou componente físico da natureza.	- manutenção da umidade do ar, da relativa estabilidade do clima na Terra e da beleza de algumas paisagens; - geração de energia; - meio para navegação, pesca e lazer; - transporte de resíduos, despejos líquidos e sedimentos.
Ambiente para a vida aquática.	- ambiente para a vida dos organismos aquáticos.
Fator indispensável à manutenção da vida terrestre.	- irrigação de solos, dessedentação de animais e abastecimento público e industrial.

Fonte: Barros et al., 1995.

Com o aumento das aglomerações humanas e com a respectiva elevação do consumo da água o homem passou a executar grandes obras destinadas à captação, transporte e armazenamento deste líquido e também a desenvolver técnicas de tratamento interferindo assim no ciclo hidrológico e gerando um ciclo artificial da água.

Algumas comunidades captam água subterrânea para abastecimento público, mas a maioria delas se aproveita de águas superficiais que após o tratamento é distribuída para as residências e indústrias. Os esgotos gerados são coletados e transportados para uma estação para tratamento anterior à sua disposição final. Os métodos convencionais promovem, apenas, uma recuperação parcial da qualidade da água original. A diluição em um corpo receptor e a purificação pela natureza promovem melhora adicional na qualidade da água. Entretanto, outra cidade a jusante da primeira, provavelmente, captará água para abastecimento municipal antes que ocorra a recuperação completa. Essa cidade, por sua vez, a trata e dispõe o esgoto gerado novamente por diluição.

Esse processo de captação e devolução por sucessivas cidades em uma bacia resulta numa reutilização indireta da água. Durante as estiagens, a manutenção da vazão mínima em muitos rios pequenos dependem, fundamentalmente, do retorno destas descargas de esgotos efetuadas a montante. Assim, o ciclo artificial da água integrado ao ciclo hidrológico natural é:

- captação de água superficial, tratamento e distribuição;
- coleta, tratamento e disposição em corpos receptores dos esgotos gerados;
- purificação natural do corpo receptor; e
- repetição deste esquema por cidades a jusante.

A descarga de esgotos tratados de modo convencional em lagos, reservatórios e estuários, os quais agem como lagos, acelera o processo de eutrofização. A deterioração da

qualidade da água, assim resultante, interfere no reuso indireto para abastecimento público e atividades recreativas.

Na reutilização da água surgem problemas gerados pelos sólidos dissolvidos que poderiam ser solucionados com métodos avançados, porém de custo muito elevado, de tratamento de despejos e de água do abastecimento. Tais águas conterão traços de compostos orgânicos, que poderão acarretar problemas de gosto e odor ou outros ainda piores à saúde, tornando-a imprópria para os usuários de jusante.

Os compostos químicos mais sofisticados (como, por exemplo, os organofosforados, policlorados e bifenóis, usados na indústria e agricultura) causam preocupações, uma vez que não podem ser detectados rapidamente nas baixíssimas concentrações em que geralmente ocorrem.

Como podemos notar o rápido crescimento da população e os acelerados avanços no processo de industrialização e urbanização das sociedades, tem repercussões sem precedentes sobre o ambiente humano.

Nas Américas segundo a Organização Pan-Americana de Saúde os principais problemas encontrados no setor de abastecimento de água são:

- instalações de abastecimento público ou abastecimento individual em mau estado, com deficiências nos projetos ou sem a adequada manutenção;
- deficiência nos sistemas de desinfecção de água destinada ao consumo humano com especial incidência em pequenos povoados;
- contaminação crescente das águas superficiais e subterrâneos por causa de deficiente infra-estrutura de sistema de esgotamento sanitário, ausência de sistema de depuração de águas residuárias, urbanas e industriais e inadequado tratamento dos resíduos sólidos com possível repercussão no abastecimento de água, em área para banhos e recreativas, na irrigação e outros usos da água que interfira na saúde da população.

Os riscos expostos anteriormente se traduzem em um meio degradado com águas poluídas e uma alta incidência de mortalidade por transmissão hídrica. Em vários países da América Latina e Caribe, as gastroenterites e as doenças diarréicas figuram entre as dez principais causas de mortalidade, sendo responsáveis por cerca de 200.000 mortes ao ano sem incluir as causadas pela febre tifóide e hepatite e outras similares.

Para abordar esses problemas a Opas (1998), por meio do Programa Marco de Atenção ao Meio Ambiente, propõe medidas de controle e vigilância a serem empreendidas por sistemas locais de saúde que permitam uma gestão correta da água cujos objetivos específicos são:

- estabelecer um controle das instalações e uma vigilância contínua da qualidade das águas de abastecimento, principalmente as não procedentes da rede;
- identificar o déficit e as prioridades no fornecimento dos serviços de água e de esgoto;

- estabelecer um controle periódico dos lançamentos nos corpos d'água e fossas;
- estabelecer uma vigilância e controle das piscinas e áreas para banho e recreativas;
- estabelecer um sistema de previsão de danos causados por catástrofes;
- estabelecer um controle periódico da qualidade da água para irrigação de hortaliças;
- estabelecer, quando necessário, um sistema de desinfecção de água nos domicílios.

e) processos de poluição da água

As formas de poluição da água são várias, de origem natural ou como resultado das atividades humanas. Existem essencialmente três situações de poluição, cada uma delas característica do estágio de desenvolvimento social e industrial:

- primeiro estágio: **poluição patogênica**. Neste estágio, as exigências quanto à qualidade da água são relativamente pequenas, tornando-se comuns as enfermidades veiculadas pela água. O uso de estações de tratamento de água e sistemas de adução podem prevenir os problemas sanitários neste estágio;
- segundo estágio: **poluição total**. Este estágio define-se como aquele em que os corpos receptores tornam-se realmente afetados pela carga poluidora que recebem (expressa como sólidos em suspensão e consumo de oxigênio). Este estágio normalmente ocorre durante o desenvolvimento industrial e o crescimento das áreas urbanas. Os prejuízos causados ao corpo receptor e, em conseqüência, à população podem ser reduzidos com a implantação de sistemas eficientes de tratamento de água e de esgotos;
- terceiro estágio: **poluição química**. Este estágio é o da poluição insidiosa, causada pelo contínuo uso da água. O consumo de água aumenta em função do aumento da população e da produção industrial. Cada dia é maior a quantidade de água retirada dos rios e maior e mais diversa a poluição neles descarregada.

Quadro 3 — Principais processos poluidores da água

Processos	Definição
Contaminação	Introdução na água de substâncias nocivas à saúde e a espécies da vida aquática (exemplo: patogênicos e metais pesados).
Assoreamento	Acúmulo de substâncias minerais (areia, argila) ou orgânicas (lodo) em um corpo d'água, o que provoca a redução de sua profundidade e de seu volume útil.
Eutrofização	Fertilização excessiva da água por recebimento de nutrientes (nitrogênio, fósforo), causando o crescimento descontrolado (excessivo) de algas e plantas aquáticas.
Acidificação	Abaixamento de pH, como decorrência da chuva ácida (chuva com elevada concentração de íons H^+, pela presença de substâncias químicas como dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, amônia e dióxido de carbono), que contribui para a degradação da vegetação e da vida aquática.

Fonte: Barros et al., 1995.

f) controle da poluição da água

No planejamento das atividades, visando a estratégias de controle da poluição da água, é fundamental que se considere a bacia hidrográfica como um todo a fim de se obter uma maior eficiência na realização dessas atividades. Entre as principais técnicas encontradas podemos citar: implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e indústrias; controle de focos de erosão e recuperação de rios objetivando o retorno ao seu equilíbrio dinâmico, pela restauração de suas condições naturais.

Quanto à recuperação dos rios existem dois tipos de técnicas: não estruturais que não requerem alterações físicas no curso d'água e incluem as políticas administrativas e legais e os procedimentos que limitam ou regulamentam alguma atividade; e técnicas estruturais que requerem algum tipo de alteração física no corpo d'água e incluem reformas nas estruturas já existentes acelerando os processos naturais de sua recuperação.

Com relação a agentes poluidores de origem industrial o problema mais importante parece estar centralizado nos seguintes aspectos:

- providenciar um controle ambiental seguro, sem prejuízos dos investimentos econômicos;
- obtenção de informação técnica referente aos melhores meios de que se dispõe para controlar a poluição;
- obtenção e emprego de técnicas de combate à poluição ambiental e de pessoal especializado na aplicação das mesmas;
- selecionar e adaptar as soluções de controle importadas ao conjunto de técnicas desenvolvidas no país.

Para o Brasil encarar os problemas da poluição ambiental já existentes e os do futuro, resultantes da atividade industrial, é necessário um senso de perspectiva de tal modo que as medidas de controle possam fazer parte do contexto de uma economia planejada e de um desenvolvimento social.

Aceitar tecnologia definida por outros países pode trazer sérios entraves aos investimentos nacionais e estrangeiros em vários setores industriais. É preciso estar sempre desenvolvendo uma tecnologia nacional de controle da poluição industrial fundamentada na pesquisa e desenvolvendo métodos adequados a nossa realidade, aliados à seleção e adaptação da tecnologia importada, paralelamente à formação e capacitação de pessoal técnico especializado.

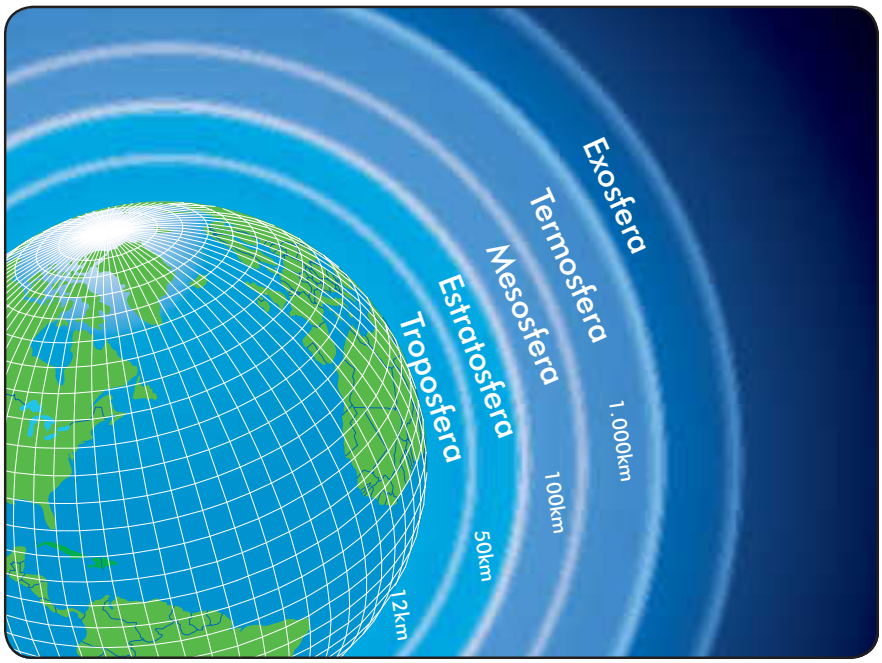
1.3.3. Ar

a) considerações gerais

Uma das necessidades vitais para o ser humano é o ar. Ele atua quer envolvendo o homem quer agindo como elemento de ligação, por assim dizer, de homem para homem e de homem para animal.

O ar leva em suspensão substâncias animadas ou não. Entre as substâncias inanimadas existem as poeiras, os fumos e os vapores; muitas são naturais e outras resultam das atividades humanas. Algumas são inócuas; outras, pela composição química ou pela ação física, podem tornar o ar prejudicial ao homem. Identicamente, entre as substâncias animadas que o ar leva em suspensão, existem certas bactérias e vírus denominados patogênicos, que podem provocar doença quando introduzidas no organismo do homem, pelo ato respiratório.

Figura 2 — Camadas da atmosfera



A atmosfera é o invólucro gasoso da Terra que se dispõe em camadas que se diferenciam pela temperatura e por sua constituição.

O ar atmosférico é de vital importância para a sobrevivência da maioria dos organismos da Terra, sendo constituído por uma mistura de gases: oxigênio (20,95%), nitrogênio (78,08%), dióxido de carbono (0,03%) e ainda ozônio, hidrogênio e gases nobres como o neônio, o hélio e o criptônio. Contém ainda vapor d'água e partículas de matérias derivadas de fontes naturais e de atividades humanas.

Tal constituição tem se mantido estável por milhões de anos. Todavia, como resultado de suas atividades, o homem tem causado alterações significativas nestas proporções, cujos efeitos nocivos são gravíssimos.

b) processos de poluição do ar

A poluição do ar é definida como sendo a alteração da qualidade do ar, resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetem desfavoravelmente a qualidade do ar;
- lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos por lei.

As causas da poluição atmosférica podem ser classificadas como:

- de origem natural (vulcões, queimadas, etc.);
- resultante das atividades humanas (indústrias, transporte, calefação, destruição da vegetação, etc.);
- em conseqüência dos fenômenos de combustão.

Um dos problemas graves decorrentes da poluição atmosférica refere-se ao aumento da temperatura média da Terra, que é causada pelo lançamento de gases na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono, o metano, os óxidos de nitrogênio e os hidrocarbonetos halogenados. Este aumento de temperatura é conhecido como "**efeito estufa**".

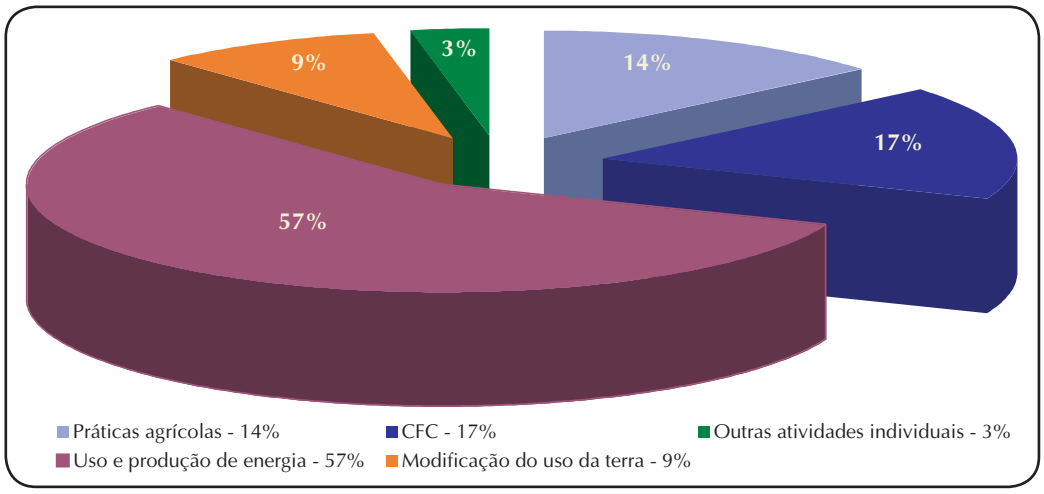
Também a destruição da camada de ozônio tem sido uma preocupação constante de ambientalistas em todo mundo. Alguns gases chamados CFC (cloro-fluor-carbonos) e outros gases muito ativos reagem quimicamente destruindo as moléculas de ozônio que se acumulam no espaço (na chamada estratosfera). A camada de ozônio, que funciona como escudo protetor absorvendo grande parte dos raios ultravioletas do sol, quando rompida deixa passar uma parte desses raios elevando a ocorrência de cânceres de pele e das cataratas oculares, além de outros prejuízos menos conhecidos para o sistema de defesa imunológico da saúde humana. Há também um efeito danoso sobre as algas e animais marinhos microscópicos que fornecem alimentação para a população pesqueira, além de um impacto negativo sobre alguns dos principais cultivos agrícolas.

A concentração dos diversos gases na atmosfera (principalmente o CO_2 — dióxido de carbono), decorre das seguintes atividades humanas:

- combustão de petróleo, gás, carvão mineral e vegetal;
- emissão de gases pelas indústrias;
- queimadas para o desmatamento dos campos e florestas;
- fermentação de produtos agrícolas;
- uso de fertilizantes na agricultura.

Na figura 3 encontram-se resumidas atividades que contribuem para o aquecimento global:

Figura 3 — Gráfico demonstrativo do aquecimento global



Fonte: Sebrae, 1996.

c) controle da poluição do ar

O controle da poluição do ar visa a, por um lado, evitar que as substâncias nocivas, animadas ou não, consigam alcançar o ar (prevenção). Falhando a primeira barreira, procura-se evitar que as substâncias nocivas atinjam o homem e lhe provoquem danos (proteção). Excepcionalmente, e apenas no microambiente, consegue-se remover substâncias nocivas (tratamento). Por outro lado, visa a esse controle não somente assegurar à população um conjunto de conhecimentos que lhe permita proteger-se contra elementos nocivos existentes, como também a proteger o ar, pelos dispositivos tais como: ciclones, exaustores e filtros de ar.

No estudo dos problemas da poluição do ar são consideradas quatro etapas: a produção, a emissão, o transporte e a recepção de poluentes. Em cada etapa, para a redução dos riscos de poluição, são aplicadas, entre outras, as técnicas mostradas a seguir:

Quadro 4 — Técnicas de controle da poluição do ar

Técnicas	Aspectos a serem considerados
Planejamento territorial e zoneamento.	- estabelecer critérios para implantação de atividades industriais em áreas determinadas; - limitar o número de fontes em função dos padrões de emissão e qualidade do ar; - implantar áreas de proteção sanitária (cinturão verde).
Eliminação e minimização de poluentes.	- usar matérias-primas e combustíveis de baixo potencial poluidor; - alterar processos visando menor emissão de poluentes; - adequar a manutenção e operação de equipamentos e dos processos; - definir disposições adequadas (*lay out*) e manter os edifícios industriais.
Concentração dos poluentes na fonte, para tratamento antes do lançamento.	- usar sistemas de exaustão local como meio para juntar os poluentes que, após tratados, serão lançados na atmosfera.
Diluição e mascaramento dos poluentes.	- usar chaminés elevadas e empregar substâncias que possibilitem reduzir a emissão de poluentes indesejáveis.
Instalação de equipamentos de controle de poluentes.	- instalar equipamentos que visem à remoção dos poluentes antes que os mesmos sejam lançados na atmosfera.

Fonte: Barros et al., 1995.

1.3.4. Solo

a) considerações gerais

O solo é a formação natural que se desenvolve na porção superficial da crosta da Terra, resultado da interação dos processos físicos, químicos e biológicos sobre as rochas, e que tem como característica importante o fato de permitir o desenvolvimento da vegetação. A quantidade do solo tem relação direta com algumas características locais naturais (vegetação, relevo, permeabilidade, zona saturada) e com o tipo de uso que lhe é dado.

O lançamento inadequado de resíduos industriais sejam sólidos ou líquidos no meio ambiente, a ocorrência de chuva ácida, associada ao manejo inadequado do solo para agricultura levando à desertificação, são exemplos de agressões que o solo experimenta.

b) principais processos poluidores do solo

A poluição do solo é a alteração prejudicial de suas características naturais, com eventuais mudanças na estrutura física, resultado de fenômenos naturais: terremotos, vendavais e inundações ou de atividades humanas: disposição de resíduos sólidos e líquidos, urbanização e ocupação do solo, atividades agropecuárias e extrativas e acidentes no transporte de cargas.

A contaminação do solo pode ser de origem orgânica ou inorgânica: materiais contaminados ou em decomposição presentes no lixo; substâncias químicas perigosas; pesticidas empregados na produção agropecuária. Alguns mais cedo ou mais tarde chegam ao corpo humano, não somente por respiração da poeira, como principalmente pela água que se contamina pelo solo e pelos alimentos produzidos.

O principal dano decorrente da utilização do solo é a erosão, que ocorre na natureza causada pela ação das águas e do vento, com conseqüente remoção das partículas do solo, tendo como efeitos:

- alterações no relevo;
- riscos às obras civis;
- remoção da camada superficial e fértil do solo;
- assoreamento dos rios;
- inundações e alterações dos cursos d'água.

Também a ação do homem pode causar processos erosivos ainda mais perigosos por atividades tais como: desmatamento, agricultura, mineração e terraplanagem.

A disposição indiscriminada de resíduos no solo é outro uso que tem se mostrado inadequado em função da geração de líquidos e gases percolados e da presença de metais nos resíduos aplicados no solo, provocando sua contaminação.

A imposição de certas limitações e restrições no uso e ocupação do solo pode constituir-se num importante elemento no controle da erosão. Deve-se identificar as áreas de risco, a partir da análise das características geológicas e topográficas locais e estabelecer restrições de ocupação.

A lei de uso e ocupação do solo, que regulamenta a utilização do solo, é de competência exclusiva do município e nela devem ser fixadas as exigências fundamentais de ordenação do solo para evitar a degradação do meio ambiente e os possíveis conflitos no exercício das atividades urbanas.

O desenvolvimento da agricultura tem contribuído para a poluição do solo e das águas. Fertilizantes sintéticos e os agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), usados em quantidades abusivas nas lavouras, poluem o solo e as águas dos rios, onde intoxicam e matam diversos seres vivos dos ecossistemas. A contaminação de um lençol freático por agrotóxicos coloca em risco a vida da população que se beneficia dessa água subterrânea.

c) controle da poluição do solo

O controle da poluição do solo se dá pelas técnicas preventivas e corretivas, que visam à minimização dos riscos ambientais, e cuja aplicação dependerá das circunstâncias locais. As técnicas de controle mais utilizadas estão listadas abaixo:

- seleção dos locais e das técnicas mais apropriadas para o desenvolvimento das atividades humanas, considerando o uso e tipo de solo na região, o relevo, a vegetação, a possibilidade de ocorrência de inundações e as características do subsolo;
- execução de sistemas de prevenção da contaminação das águas subterrâneas;
- implantação de sistemas de prevenção e erosão, tais como alteração de declividade, operação em curvas de nível, execução de dispositivos de drenagem e manutenção da cobertura vegetal;
- minimização de resíduos industriais, pela redução da geração na fonte, segregação, reciclagem e alteração dos processos produtivos;
- minimização de sistemas de disposição final de resíduos urbanos, pela coleta seletiva, reciclagem e tratamento;
- execução de sistemas de disposição final de resíduos, considerando critérios de proteção do solo.

1.4. Educação ambiental

A Conferência de Estocolmo —1972, levou a Unesco e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) a criarem, no ano de 1975 em Belgrado, o Programa Internacional de Educação Ambiental (Piea). Em cumprimento à Recomendação 96 dessa Conferência realizou-se, em 1977, em Tbilisi - Georgia/CEI (antiga URSS), a primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental. Nessa Conferência consolidou-se o PIEA, tendo sido definidas as finalidades, objetivos, princípios orientadores e estratégias para o desenvolvimento da Educação Ambiental.

Na Conferência do Rio de Janeiro -1992 destacamos o documento **Agenda 21**, que consagra no capítulo 36 a promoção da educação, da consciência política e do treinamento e apresenta um plano de ação para o desenvolvimento sustentável.

O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, de caráter não oficial, celebrado por diversas Organizações da Sociedade Civil, por ocasião da Conferência do Rio, reconhece a educação como um processo dinâmico em permanente construção. Deve, portanto, propiciar a reflexão, o debate e a autotransformação das pessoas. Reconhece, ainda, que a: **"Educação Ambiental para uma sustentabilidade eqüitativa é um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida"**.

A Carta Brasileira para a educação ambiental — formalizada por ocasião da Conferência — entre as suas recomendações destaca a necessidade de um compromisso real dos poderes públicos federal, estaduais e municipais no cumprimento e complementação da legislação e das políticas para educação ambiental.

A Lei que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) consagra a educação ambiental em todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. Na verdade, a Constituição Federal é explícita ao definir a promoção da Educação Ambiental como responsabilidade do Poder Público.

Diz a Constituição Federal em seu Art. 225:

"Todos têm direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado..."

§1º Para assegurar a efetividade desse direito incumbe ao Poder Público:

...VI — Promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente".

As constituições estaduais também consagram em seus textos, a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Entretanto, a responsabilidade do Poder Público não exclui a participação da comunidade em todo processo.

A seguir algumas questões foram formuladas para esclarecer de forma didática o que foi descrito até o momento.

a) O que é educação ambiental?

É o processo de aprendizado, a comunicação de questões relacionadas à interação do homem com seu ambiente natural. É o instrumento de formação de uma consciência pelo conhecimento e reflexão sobre a realidade ambiental.

b) O que buscamos?

Desenvolver a consciência ambiental para o desenvolvimento de atitudes e condutas que favoreçam o exercício da cidadania, à preservação do ambiente e a promoção da saúde e do bem-estar.

c) Por que é importante?

O componente Educação Ambiental é fundamental nos projetos de saneamento, pois permite à população o conhecimento dos benefícios trazidos por este, além de conscientizá-la sobre a importância da mudança de comportamento, visando à preservação do meio ambiente e qualidade de vida.

d) Como conseguir?

Deverão ser implementados programas de ações com ampla participação pública, pela veiculação de campanhas educativas e de mobilização comunitária, capacitação

de agentes multiplicadores, promoção e articulação entre os setores públicos, privados e comunitários.

e) O que fazer?

Utilizar o método de ação participativa que capacita as pessoas e os grupos a analisar criticamente uma situação, a identificar e priorizar problemas, a indicar e a se organizarem para promover as soluções.

Portanto, a educação ambiental que tem por objetivo informar e sensibilizar as pessoas sobre os problemas e possíveis soluções, existentes em sua comunidade, buscando transformá-las em indivíduos que participem das decisões sobre seus futuros, torna-se instrumento indispensável no processo de desenvolvimento sustentável, exercendo, desse modo, o direito à cidadania.

1.5. Gestão ambiental

1.5.1. Regulamentação do estudo de impacto ambiental

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) deliberou, com fundamento na Lei nº 6.938/1981 (Art. 8º, I e II), tornar obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para certas atividades (Resolução nº 1/1986). A resolução prevê, também, o conteúdo e o procedimento de elaboração desse instrumento da política ambiental brasileira. Por intermédio do Decreto nº 88.351/1983 o Conama ficou com a função de fixar os critérios básicos para a exigência do EIA.

O Estudo de Impacto Ambiental é um procedimento administrativo de prevenção e de monitoramento dos danos ambientais e foi introduzido no Brasil pela Lei nº 6.803/80 (lei de zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição), que apresenta duas grandes orientações: deve oferecer alternativas e deve apontar as razões de confiabilidade da solução a ser adotada.

A introdução desse Estudo e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima) em projetos que modifiquem o meio ambiente significou uma considerável conquista para o sistema ambiental, atualizando a legislação e tirando o país do atraso em que se encontrava no setor.

A Resolução nº 1/1986, no seu artigo 1º, define impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos ambientais.

Ao editar a Resolução nº 1/1986, o Conama não esgotou toda a matéria nem desceu a minúcias pois os estados e municípios continuam com competência para exigir que, em atividades não previstas pela mencionada resolução, seja feito o EIA. Cabe à União ditar "normas gerais" que os estados e municípios não podem descumprir, como, também, não podem inovar de modo que a novidade traga disfarçada desobediência à regra geral do Conama.

Abrange as seguintes atividades no Estudo de Impacto Ambiental:

- estradas de rodagem (com duas ou mais faixas de rolamento), portos, terminais de produtos químicos, aeroportos, oleodutos, gasodutos e minerodutos;
- troncos coletores de esgotos sanitários e emissários de esgotos sanitários (de importância para a não poluição das praias);
- obras hidráulicas para a exploração de recursos hídricos, com a previsão de várias hipóteses: obras hidráulicas para fins hidráulicos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques (obras como Tucuruí, Itaipu e Balbina teriam seus efeitos ambientais analisados *a priori* e o debate, portanto, teria ocorrido antes da localização e construção);
- extração de combustível fóssil (petróleo, xisto e carvão), extração de minérios;
- localização de aterros sanitários, processamento de destino final de resíduos tóxicos ou perigosos (estão incluídos os depósitos de resíduos nucleares);
- instalação de destilarias de álcool (atente-se para sua necessidade nos estados de Mato Grosso do Sul para não ser lesada a biota do Pantanal), instalação de siderúrgicas;
- instalação de distritos industriais e zonas industriais;
- exploração de madeira ou de lenha em áreas acima de 100ha ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental (vital para a conservação da Amazônia);
- projetos urbanísticos acima de 100ha ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da Sema e dos órgãos estaduais e municipais;
- atividades que se utilizarem de carvão em quantidade superior a dez toneladas por dia;
- projetos agropecuários que venham a abranger áreas acima de 1.000ha, ou menores, quando tiverem relação com áreas de importância do ponto de vista ambiental (aditamento à Resolução nº 1/1986, votado em 18/3/1986).

O Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório não pode ser elaborado por uma só pessoa e sim por uma equipe e de forma alguma qualquer integrante dessa equipe pode estar ligada ao proponente do projeto. A proibição visa resguardar de forma mais ampla e irrestrita a liberdade da equipe. Entretanto, a resolução não foi clara quanto à definição de quem irá contratá-la, se a administração ou o próprio proponente do projeto. Alguns acham que sendo contratada pelo proponente, a administração teria maior liberdade para analisar o conteúdo do Estudo enquanto outros acham que a contratação pelo proponente, como iria envolver pagamento de honorários e despesas, tiraria parte da liberdade da equipe.

O estudo não se destina somente a alicerçar a decisão administrativa mas também, como prevê a resolução, ser acessível ao público, tanto na parte final, como na etapa de elaboração. A Lei nº 6.938/1981 já houvera previsto o direito da população ser informada quanto ao **licenciamento ambiental**, antes deste ser concedido pela administração.

Para que o procedimento de elaboração do EIA possa ser válido é preciso que estejam presentes quatro partes:

- equipe multidisciplinar;
- proponentes do projeto;
- administração ambiental;
- população da área de influência do projeto.

1.5.2. Lei de crimes ambientais

Em março de 1998 foi criada a Lei nº 9.605/1998 — Lei de Crimes Ambientais — que prevê punição civil, administrativa e criminal contra os crimes ambientais. As penas criminais mais duras estão em vigor, prevendo até seis anos de prisão para os agressores. As multas mais pesadas são aplicadas para punir o desmatamento em zona de preservação permanente. Mas também há multa onerosa para o derramamento de óleo, poluição com resíduos perigosos, utilização irregular de agrotóxico e produção, exportação e importação de produtos que causam problemas à camada de ozônio.

Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem permissão ou licença da autoridade competente resultará em detenção de seis meses a um ano, e multa.

Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, fabricar, vender, transportar ou soltar balões que possam provocar incêndios nas florestas e demais formas de vegetação, em áreas urbanas ou qualquer tipo de assentamento humano acarreta multa e/ou detenção de um a três anos.

Uma das inovações da lei, se constatada a degradação ou poluição ambiental, é a aplicação de penas alternativas, com a firma assumindo o compromisso de reparar o dano para se livrar do processo penal e das multas administrativas.

Segundo também a nova legislação, os penalizados com multas e autos de infração podem recorrer à presidência do Ibama e até ao ministro do Meio Ambiente. Mas se a multa for mantida, ela é inscrita na dívida ativa da União, executada judicialmente e o infrator, dependendo do crime, pode ter sua prisão determinada pelo juiz.

A lei é rigorosa com as pessoas jurídicas acusadas de crime ambiental, prevendo, além da multa, suspensão parcial ou total das atividades, interdição temporária do estabelecimento, obra ou atividade, e a proibição de fazer empréstimos e contratos com o poder público. Por outro lado, o texto suprimiu da legislação anterior o trecho que previa a figura do crime inafiançável para o abate de animais silvestres: um veto presidencial definiu que não será punido quem matar para saciar a fome.

1.6. Referências bibliográficas

BARROS, R.T.V. et al. *Saneamento.* Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BIO — Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, v. 9, n. 6/7, 1998.

BRAILE, P.M. CAVALCANTI, J.E.W. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais.* São Paulo : Cetesb, 1979. p. 764.

BRASIL. Lei n. 6.803, de 02.07.80. *Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.* Online. Disponível na Internet http: //www.senado.gov.br/legbras/

_____ . Lei 9.605, de 13.02.98. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente*. Online. Disponível na Internet http://www.senado.gov.br/legbras/

_____ . Lei 6.938, de 31.08.81. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.* Online. Disponível na Internet http: //www.senado.gov.br/legbras/

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. *Programa Nacional de Educação Ambiental — Pronea.* Brasília, 1997.

BRASIL. Conama. Resolução 01. Dispõe sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Online. Disponível na Internet http://www.lei.adv.br/conama01.htm

CONSTITUIÇÃO da República Federativa do Brasil, 1988.

GOMES, S.L. *Engenharia ambiental e saúde coletiva.* Salvador : EDUFBA, 1995. p. 113.

HAMMER, M.J. *Sistemas de abastecimento de água e esgotos.* Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1979. p. 563.

HELLER, L. *Saneamento e saúde.* Brasília : OPAS, 1997.

MAGLIO, I.C. Acertos e desacertos do *RIMA. AMBIENTE,* v. 2, n. 2, 1988.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. *Programa marco de atenção ao Meio Ambiente.* Brasília, 1998. p. 260.

REVISTA CREA. Rio de Janeiro : CREA, n. 22, fev. 1998.

_____. Rio de Janeiro : CREA, n. 19, set. 1998.

SEBRAE. *A questão ambiental :* Meio Ambiente e a pequena empresa. Brasília, 1996.

TEIXEIRA, P. F. P.. *Manual sobre vigilância ambiental* - vol. 4. 12. ed. Washington : OPS, 1996

Capítulo 2

Abastecimento de água

2.1. Introdução

Um Sistema de Abastecimento de Água pode ser concebido e projetado para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações. Caracteriza-se pela retirada da água da natureza, adequação de sua qualidade, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento às população em quantidade compatível com suas necessidades.

Como definição o Sistema de Abastecimento Público de Água constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

A água constitui elemento essencial à vida vegetal e animal. O homem necessita de água de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender suas necessidades, para proteção de sua saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico.

Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais interessante por diversos aspectos como:

- mais fácil proteger o manancial;
- mais fácil supervisionar o sistema do que fazer supervisão de grande número de mananciais e sistemas;
- mais fácil controlar a qualidade da água consumida;
- redução de recursos humanos e financeiros (economia de escala).

Os sistemas individuais são soluções precárias para os centros urbanos, embora indicados para as áreas rurais onde a população é dispersa e, também, para as áreas periféricas de centros urbanos, para comunidades urbanas com características rurais ou, ainda, para as áreas urbanas, como solução provisória, enquanto se aguardam soluções mais adequadas. Mesmo para pequenas comunidades e para áreas periféricas, a solução coletiva é, atualmente, possível e economicamente interessante, desde que se adotem projetos adequados.

2.2. Generalidades

2.2.1. Importância sanitária e social

Sob o aspecto sanitário e social, o abastecimento de água visa, fundamentalmente, a:

- controlar e prevenir doenças;
- implantar hábitos higiênicos na população como, por exemplo, a lavagem das mãos, o banho e a limpeza de utensílios e higiene do ambiente;
- facilitar a limpeza pública;
- facilitar as práticas desportivas;
- propiciar conforto, bem-estar e segurança;
- aumentar a esperança de vida da população.

Em 1958, o extinto Serviço Especial de Saúde Pública (Sesp), realizou pesquisas na cidade de Palmares, situada no estado de Pernambuco, onde demonstrou-se a possibilidade de redução de mais de 50% na mortalidade infantil por diarréia com a implantação do sistema de abastecimento de água.

2.2.2. Importância econômica

Sob o aspecto econômico, o abastecimento de água visa, em primeiro lugar, a:

- aumentar a vida média pela redução da mortalidade;
- aumentar a vida produtiva do indivíduo, quer pelo aumento da vida média quer pela redução do tempo perdido com doença;
- facilitar a instalação de indústrias, inclusive a de turismo, e conseqüentemente ao maior progresso das comunidades;
- facilitar o combate a incêndios.

2.3. Doenças relacionadas com a água

De várias maneiras a água pode afetar a saúde do homem: pela ingestão direta, na preparação de alimentos; na higiene pessoal, na agricultura, na higiene do ambiente, nos processos industriais ou nas atividades de lazer.

Os riscos para a saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias:

- riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus, e parasitos), pelo contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico;
- riscos derivados de poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

Os principais agentes biológicos encontrados nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitos. As bactérias patogênicas encontradas na água e/ou alimentos constituem uma das principais fontes de morbidade e mortalidade em nosso meio. São responsáveis por numerosos casos de enterites, diarréias infantis e doenças endêmicas/epidêmicas (como a cólera e a febre tifóide), que podem resultar em casos letais.

Quadro 5 — Doenças relacionadas com o abastecimento de água

Transmissão	Doença	Agente patogênico	Medida
Pela água.	Cólera Febre tifóide Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	*Vibrio cholerae* O 1 e O 139; *Salmonella typhi;* *Giardia lamblia;* *Entamoeba histolytica;* *Hepatite virus A e E;* *Balantidium coli, Cryptosporidium, Baccilus cereus, S. aureus, Campylobacter*, E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica, enterohemolítica, Shigella, Yersinia enterocolitica, Astrovirus, Calicivirus, Norwalk, Rotavirus A e B;	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, uso doméstico e coletivo; - Proteger de contaminação os mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água.	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	*Sarcoptes scabiei;* *Pediculus humanus;* *Clamydia trachomatis;* *Haemophilus aegyptius;* *Salmonella typhimurium, S. enteritides;* *Trichuris trichiura;* *Enterobius vermiculares;* *Ancylostoma duodenale;* *Ascaris lumbricoides;*	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; - Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática (a cada seis meses);
Por vetores que se relacionam com a água.	Malária Dengue Febre amarela Filariose	*Plasmodium vivax, P. malarie e P. falciparum;* *Grupo B dos arbovírus;* *RNA vírus;* *Wuchereria bancrofti;*	- Eliminar o aparecimento de criadouros de vetores com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros); - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos;
Associada à água.	Esquistossomose Leptospirose	*Schistosoma mansoni;* *Leptospira interrogans;*	- Controlar vetores e hospedeiros intermediários.

Fonte: Adaptado de Saunders, 1976.

2.4. A água na natureza

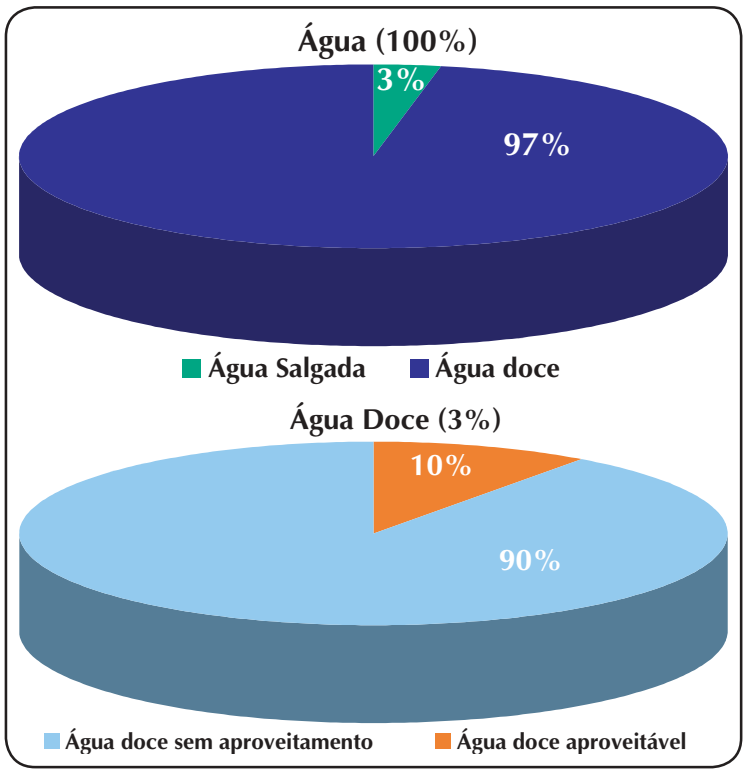
A água abrange quase quatro quintos da superfície terrestre; desse total, 97,0% referem-se aos mares e os 3% restantes às águas doces. Entre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo humano.

Em conseqüência, constata-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser aproveitado para nosso consumo, sendo 0,01% encontrada em fontes de superfície (rios, lagos) e o restante, ou seja 0,29%, em fontes subterrâneas (poços e nascentes).

A água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente pelas chuvas ou retirada pelo homem. Em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente.

A precipitação média anual, na terra, é de cerca de 860mm. Entre 70% e 75% dessa precipitação voltam à atmosfera como evapotranspiração (figura 4).

Figura 4 — Distribuição da água na natureza

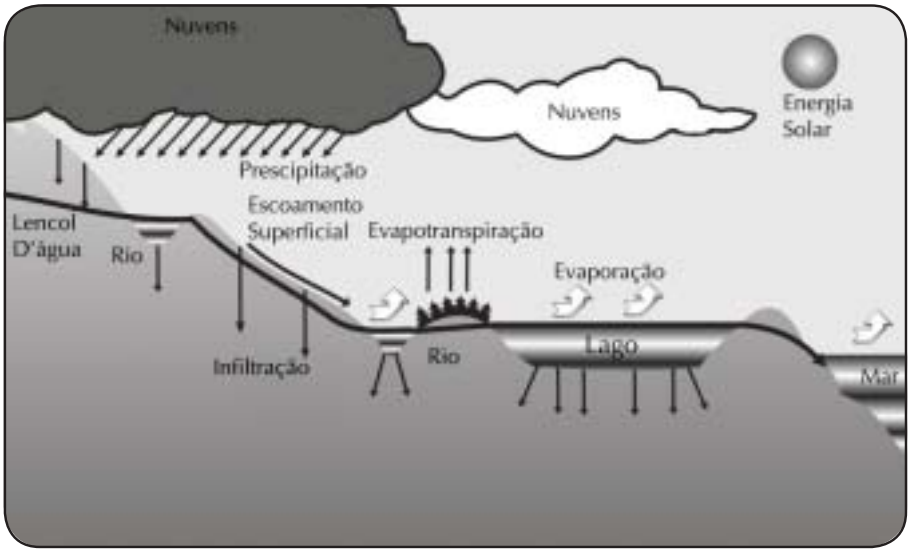


2.4.1. Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico é o contínuo movimento da água em nosso planeta. É a representação do comportamento da água no globo terrestre, incluindo ocorrência, transformação, movimentação e relações com a vida humana. É um verdadeiro retrato dos vários caminhos da água em interação com os demais recursos naturais.

A água existe em forma de vapor, na atmosfera, e é proveniente da evaporação de todas as superfícies líquidas (oceanos, mares, rios, lagos, lagoas) ou das superfícies umedecidas com água, como a superfície dos solos. Parte da água que se encontra na atmosfera, resulta de fenômenos hidrológicos e também de fenômenos vitais, como a respiração e transpiração (figura 5).

Figura 5 — Ciclo hidrológico



2.4.1.1. Precipitação

A precipitação compreende toda a água que cai da atmosfera na superfície da terra. A umidade atmosférica provém da evaporação da água das camadas líquidas superficiais, por efeito da ação térmica das radiações solares. O resfriamento desses vapores condensados, em formas de nuvens, leva à precipitação pluvial, sobre a superfície do solo e dos oceanos. A parcela da água precipitada sobre a superfície sólida pode seguir duas vias distintas que são: escoamento superficial e infiltração. As principais formas de precipitação são: chuva, granizo, orvalho ou neve.

2.4.1.2. Escoamento superficial

É a água de chuva que, atingindo o solo, corre sobre as superfícies do terreno, preenche as depressões, fica retida em obstáculos e, finalmente, atinge os córregos, rios, lagos e oceanos. Na grande superfície exposta dos oceanos ela entra em processo de evaporação e condensação, formando as nuvens que voltam a precipitar sobre o solo.

2.4.1.3. Infiltração

É por meio da infiltração que a água de chuva penetra por gravidade nos interstícios do solo, chegando até as camadas de saturação, constituindo assim os aqüíferos subterrâneos, ou lençol freático. Estes depósitos são provedores de água para consumo humano e também para a vegetação terrestre. Dependendo do modo como esteja confinada, essa água pode afluir em certos pontos em forma de nascentes. A água acumulada pela infiltração é devolvida à atmosfera, por meio da evaporação direta do próprio solo e pela transpiração dos vegetais pelas folhas. A este conjunto de evaporação e transpiração, chamamos evapotranspiração.

Convém ressaltar, que a maior ou menor proporção do escoamento superficial, em relação à infiltração, é influenciada fortemente pela ausência ou presença de cobertura vegetal, uma vez que esta constitui barreira ao rolamento livre, além de tornar o solo mais poroso. Esse papel da vegetação, associado à função amortecedora do impacto das gotas de chuva sobre o solo, é, pois, de grande importância na prevenção dos fenômenos de erosão, provocados pela ação mecânica da água sobre o solo.

2.4.1.4. Evaporação

A água superficial passa do estado líquido para o gasoso. Esse mecanismo sofre a interferência da temperatura e umidade relativa do ar.

2.4.1.5. Transpiração (evapotranspiração)

A água é retirada do solo pelas raízes, transferida para as folhas e então evapora. É um mecanismo importante, se considerarmos que em uma área com presença de cobertura vegetal a superfície de exposição das folhas para a evaporação é muito grande.

2.4.2. Qualidade da água

A água não é encontrada pura na natureza. Ao cair em forma de chuva, já carreia impurezas do próprio ar. Ao atingir o solo seu grande poder de dissolver e carrear substâncias altera ainda mais suas qualidades.

Entre o material dissolvido encontram-se as mais variadas substâncias como, por exemplo, substâncias calcárias e magnesianas que tornam a água dura; substâncias ferruginosas que dão cor e sabor diferentes à mesma e substâncias resultantes das atividades humanas, tais como produtos industriais, que a tornam imprópria ao consumo. Por sua vez, a água pode carrear substâncias em suspensão, tais como partículas finas dos terrenos por onde passa e que dão turbidez à mesma; pode também carrear organismos, como algas que modificam o seu odor e gosto, além de liberar toxinas, ex. cianobactérias, ou ainda, quando passa sobre terrenos sujeitos à atividade humana, pode levar em suspensão microorganismos patogênicos.

Controle da qualidade da água para consumo humano é o conjunto de atividades, exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.

2.4.2.1. Padrões de potabilidade

Água Potável é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

A água própria para o consumo humano, ou água potável, deve obedecer a certos requisitos de ordem:

- de aceitação para consumo humano: não possuir gosto e odor objetáveis; não conter cor e turbidez acima dos limites estabelecidos pelo padrão de potabilidade, conforme Portaria nº 1.469/2000;
- química: não conter substâncias nocivas ou tóxicas acima dos limites estabelecidos no padrão de potabilidade;
- biológica: não conter microorganismos patogênicos;
- radioativa: não ultrapassar o valor de referência previsto na Portaria nº 1.469, do Ministério da Saúde, de 29 de dezembro de 2000;
- segundo recomendações da Portaria nº 1.469/2000 do MS, o pH deverá ficar situado no intervalo de 6,0 a 9,5 e a concentração mínima de cloro residual livre em qualquer ponto da rede de distribuição, deverá ser de 0,2mg/l.

As exigências humanas quanto à qualidade da água crescem com o progresso humano e o da técnica. Justamente para evitar os perigos decorrentes da má qualidade da água, são estabelecidos padrões de potabilidade. Estes apresentam os Valores Máximos Permissíveis (VMP) com que elementos nocivos ou características desagradáveis podem estar presentes na água, sem que esta se torne inconveniente para o consumo humano.

a) características de aceitação para consumo humano

- a água deve ter aspecto agradável. A medida é pessoal;
- deve ter gosto agradável ou ausência de gosto objetável. A medida do gosto é pessoal;
- não deve ter odores desagradáveis ou não ter odor objetável. A medida do odor é também pessoal;
- a cor é determinada pela presença de substâncias em dissolução na água e não afeta sua transparência;
- a turbidez é devida a matéria em suspensão na água (argila, silte, matéria orgânica, etc.) e altera sua transparência.

b) características químicas

São fixados limites de concentração por motivos de ordens sanitária e econômica.

- substâncias relacionadas com aspectos econômicos:
  - substâncias causadoras de dureza, como os cloretos, sulfatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio. As águas mais duras consomem mais sabão e, além disso, são inconvenientes para a indústria, pois incrustam-se nas caldeiras e podem causar danos e explosões.
- substâncias relacionadas com o pH da água:
  - a água de baixo pH, isto é, ácida, é corrosiva. Águas de pH elevado, isto é, alcalinas, são incrustativas. Alcalinidade e dureza são expressas em mg/L de $CaCO_3$.
- substâncias indicadoras de poluição por matéria orgânica:
  - compostos nitrogenados: nitrogênio amoniacal, nitritos e nitratos. Os compostos de nitrogênio provêm de matéria orgânica e sua presença indica poluição recente ou remota. Quanto mais oxidados são os compostos de nitrogênio, tanto mais remota é a poluição. Assim, o nitrogênio amoniacal indica poluição recente e os nitratos indicam que a poluição ocorreu há mais tempo;
  - oxigênio consumido: a água possui normalmente oxigênio dissolvido em quantidade variável conforme a temperatura e a pressão. A matéria orgânica em decomposição exige oxigênio para sua estabilização; conseqüentemente, uma vez lançada na água, consome o oxigênio nela dissolvido. Assim, quanto maior for o consumo de oxigênio, mais próxima e maior terá sido a poluição;
  - cloretos: os cloretos existem normalmente nos dejetos animais. Estes, sob certas circunstâncias, podem causar poluição orgânica dos mananciais.

c) características biológicas

A água é normalmente habitada por vários tipos de microorganismos de vida livre e não parasitária, que dela extraem os elementos indispensáveis à sua subsistência. Ocasionalmente, são aí introduzidos organismos parasitários e/ou patogênicos que, utilizando a água como veículo, podem causar doenças, constituindo, portanto, um perigo sanitário potencial.

É interessante notar que a quase totalidade dos seres patogênicos é incapaz de viver em sua forma adulta ou reproduzir-se fora do organismo que lhe serve de hospedeiro e, portanto, tem vida limitada quando se encontram na água, isto é, fora do seu hábitat natural.

Alexander Houston demonstrou, em 1908, que, quando uma água contaminada com bacilos de febre tifóide era armazenada por uma semana, mais de 90% dessas bactérias eram destruídas. São vários os agentes de destruição normal de organismos patogênicos nas águas armazenadas. Além da temperatura, destacam-se os efeitos da luz, a sedimentação, a presença ou não de oxigênio dissolvido, parasitas ou predadores de bactérias, toxinas ou antibióticas produzidas por outros microorganismos como cianobactérias e fungos, etc.

Entre os principais tipos de organismos patogênicos que podem encontrar-se na água, estão as bactérias, cianobactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Em virtude de grande dificuldade para identificação dos vários organismos patogênicos encontrados na água, dá-se preferência, para isso, a métodos que permitam a identificação de bactérias do "grupo coliforme" que, por serem habitantes normais do intestino humano, existem, obrigatoriamente, em águas poluídas por matéria fecal.

As bactérias coliformes são normalmente eliminadas com a matéria fecal, à razão de 50 a 400 bilhões de organismos por pessoa por dia. Dado o grande número de coliformes existentes na matéria fecal (até 300 milhões por grama de fezes), os testes de avaliação qualitativa desses organismos na água têm uma precisão ou sensibilidade muito maior do que a de qualquer outro teste.

Observação: "No Brasil os padrões de potabilidade da água para o consumo humano são estabelecidos pelo Ministério da Saúde" e atualmente encontra-se em vigor a Portaria MS nº 1.469/2000.

2.4.3. Planejamento e coleta de amostras de água para análise

A qualidade da água é avaliada por meio de análises.

Analisar toda a massa de água destinada ao consumo é impraticável; por isso, colhem-se amostras e, por sua análise, conclui-se qual a qualidade da água. Os métodos de análise fixam o número de amostras e o volume de água necessário, a fim de que o resultado seja o mais correto possível ou, em outras palavras, represente melhor o que realmente se passa em uma massa líquida cuja qualidade se deseja saber.

O resultado da análise de uma amostra de água de um manancial, rede pública, etc., dada a variação constante das águas dos mesmos, na realidade revela, unicamente, as características apresentadas pela água no momento em que foi coletada.

A amostra de água para análises físico-químicas comuns deve ser coletada em frasco apropriado e convenientemente tampado. As amostras devem ser enviadas com a máxima brevidade ao laboratório.

2.4.3.1. Planejamento

Planejamento é a elaboração de um roteiro para realização de determinada tarefa. Ao coletar, deve-se realizar um planejamento para obter uma amostra representativa e resultados satisfatórios dentro da realidade da amostragem. Um bom planejamento de amostragem inclui:

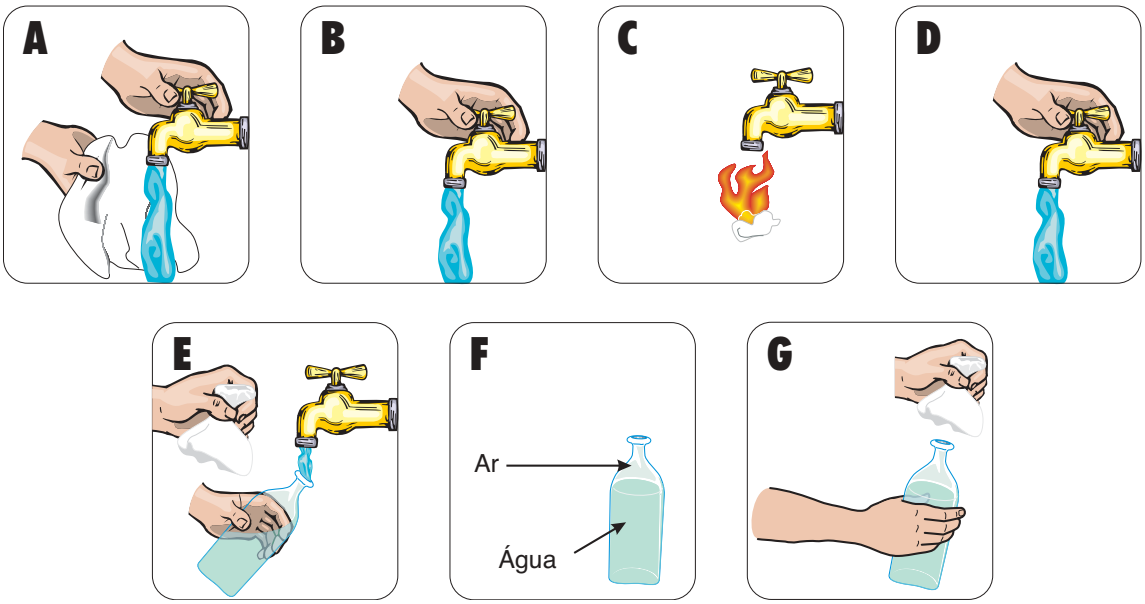
- metodologia de coleta;
- tipos de amostras (simples ou composta);
- pontos de amostragem;

- tempo de coleta;
- preservação;
- transporte;
- equipamentos necessários;
- coletor bem treinado;
- parâmetros a serem analisados.

2.4.3.2 Cuidado na obtenção de amostras

Em caso de água de torneira, ou proveniente de bomba, deixar escorrer por certo tempo, desprezando as primeiras águas. Em água de poço raso, não se deve coletar da superfície, mas mergulhar o frasco com a boca para baixo. Em água de rio, coletar a amostra abaixo da superfície, colocando o gargalo em sentido contrário ao da corrente (figuras 6, 7, 8 e 9).

Figura 6 — Coleta de amostra de água para exame



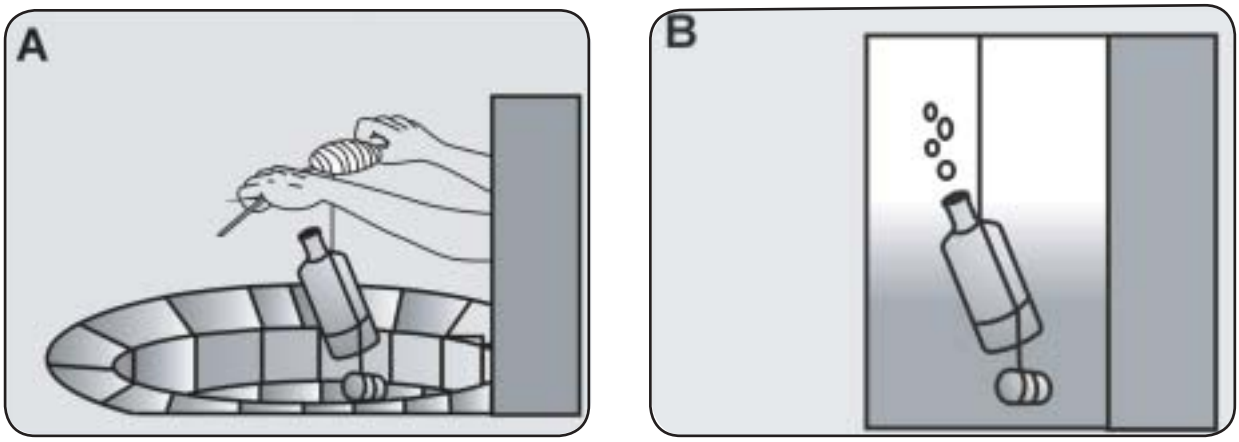
Fonte: Opas , 1987.

A. Limpar a torneira;
B. Deixar escorrer por dois a três minutos;
C. Flambar ou desinfectar a torneira, se necessário;
D. Deixar escorrer por dois a três minutos;
E. Coletar a amostra;
F. Deixar pequeno espaço vazio;
G. Colocar a tampa, homogeneizar e identificar.

Figuras 7 e 8 — Coleta de amostra de água em poço raso

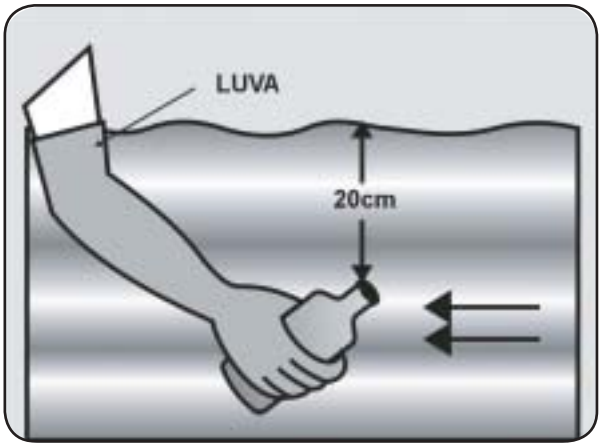
A) Descer lentamente o cordão sem permitir que o frasco toque nos lados do poço.

B) Submergir o frasco, permitindo que se obtenha amostra mais profunda.



Fonte: Opas, 1987.

Figura 9 — Coleta de amostra em mananciais superficiais



Fonte: Opas, 1987.

Observar o sentido da correnteza e a profundidade mínima.

2.4.3.3. Amostras para análises microbiológicas

O frasco de coleta deve ser fornecido pelo laboratório.

Para amostras de água clorada, este frasco deverá conter antes da esterilização Tiossulfato de Sódio em concentração suficiente para neutralizar o cloro residual.

Para amostras de água que recebem resíduos domésticos ou industriais ou que contenham altas concentrações de íons de metais pesados como cobre e zinco, etc., adiciona-se um quelante (Ácido Etilenodiaminotetracético (EDTA), que complexa os íons dos metais pesados) e o Tiossulfato de Sódio antes da esterilização.

2.4.3.4. Cuidados na amostragem para análise microbiológica

- verificar se o ponto de amostragem recebe água diretamente da rede de distribuição;
- em caso de água de torneira ou bombas deixar correr as primeiras águas (torneira de dois a três minutos e bombas cinco minutos);
- não tocar com os dedos na parte da tampa que fica no interior do vidro.

A análise microbiológica deve ser feita o mais cedo possível. As amostras devem ser conservadas à temperatura de 4°C a 10°C, para evitar a proliferação dos microorganismos. O tempo máximo permitido entre a coleta da amostra e a análise é de seis a oito horas para águas pouco poluídas, e de até 24 horas para água clorada.

2.4.3.5. Amostras para análise físico-química e radioativas

Consultar as normas analíticas referentes aos parâmetros de interesse, bem como os responsáveis pelas análises sobre os detalhes, tipos de frascos, volume de amostra a ser coletado, preservação, transporte e demais cuidados que devem ser tomados por ocasião da amostragem, como exemplificado no quadro 6.

Quadro 6 — Parâmetro para análise físico-química

Parâmetro	Volume	Frasco	Preservação	Prazo
Cor	500 ml	P.V.	R	48 Horas
Turbidez	200 ml	P.V.	R	24 Horas
Dureza	200 ml	P.V.	Ácido Nítrico até pH<2	6 meses
Cloreto	200 ml	P.V.	Não há	28 Dias
Fluoreto	500 ml	P.	Não há	28 Dias
Nitrato	200 ml	P.V.	R	48 Horas

Abreviaturas: P = Polietileno; V = Vidro neutro ou borossilicato; R = Refrigerar a 4 °C.

2.4.3.6. Ficha de coleta

Registrar todas as informações possíveis de serem obtidas no campo, preenchendo uma ficha por amostra contendo os dados referentes ao parâmetro de interesse.

Dados mínimos necessários:

- identificar a localidade, município e estado;
- número do registro da amostra;
- identificar o tipo de amostra;
- registrar a ocorrência de chuvas nas últimas 24 horas;
- registrar análises de campo (temperatura da amostra, temperatura do ar, pH, Cloro residual, etc.);

- data e hora da coleta;
- nome e assinatura do responsável pela coleta.

2.5. Quantidade de água para fins diversos

O homem precisa de água com qualidade satisfatória e quantidade suficiente, para satisfazer suas necessidades de alimentação, higiene e outras, sendo um princípio considerar a quantidade de água, do ponto de vista sanitário, de grande importância no controle e na prevenção de doenças, como nos casos de gastroenterites.

O volume de água necessário para abastecer uma população é obtido levando em consideração os seguintes aspectos:

2.5.1. Parcelas componentes dos diferentes usos da água

2.5.1.1. Demanda de água

a) doméstico:

- bebida;
- cozinha;
- banho;
- lavagem de roupas e utensílios;
- limpeza da casa;
- descarga dos aparelhos sanitários;
- rega de jardins;
- lavagem dos veículos.

b) comercial:

- hotéis;
- pensões;
- restaurantes;
- estabelecimento de ensinos particulares;
- postos de abastecimento de combustível;
- padarias;
- açougues.

c) industrial:

- transformação de matéria-prima;
- entra na composição do produto;
- fins agropecuários;
- clubes recreativos.

d) público:

- fontes;
- irrigação de jardins públicos;
- limpeza pública;
- edifícios públicos.

e) segurança:

- combate de incêndio.

É necessário o desenvolvimento de estratégias para redução de perdas físicas de água nas unidades de adução, tratamento, reservação, rede de distribuição e ramais prediais.

O desperdício nas unidades de consumo deve ser evitado.

2.5.2. Consumo médio de água por pessoa por dia (consumo *per capita*)

O *per capita* de uma comunidade é obtido, dividindo-se o total de seu consumo de água por dia pelo número total da população servida.

A quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Havendo abastecimento público, varia, ainda, segundo a existência de indústria e de comércio, a qualidade da água e o seu custo.

Nos projetos de abastecimento público de água, o *per capita* adotado varia de acordo com a natureza da cidade e o tamanho da população. Normalmente adota-se as seguintes estimativas de consumo:

2.5.2.1. População abastecida sem ligações domiciliares:

Adota-se os seguintes consumos *per capita*:

- abastecida somente com torneiras públicas ou chafarizes, de 30 a 50 litros/(habitante/dia);
- além de torneiras públicas e chafarizes, possuem lavanderias públicas, de 40 a 80 litros/(habitante/dia);
- abastecidas com torneiras públicas e chafarizes, lavanderias públicas e sanitário ou banheiro público, de 60 a 100 litros/(habitante/dia).

2.5.2.2. Populações abastecidas com ligações domiciliares:

Quadro 7

População de fim de plano - Habitantes -	*Per capita* Litros/(habitante/dia)
Até 6.000	de 100 a 150
de 6.000 até 30.000	de 150 a 200
de 30.000 até 100.000	de 200 a 250
Acima de 100.000	de 250 a 300

Observação: População flutuante: adotar o consumo de 100 litros/(habitante/dia).

2.5.3. Fatores que afetam o consumo de água em uma cidade

2.5.3.1. De caráter geral:

a) tamanho da cidade;

b) crescimento da população;

c) características da cidade (turística, comercial, industrial);

d) tipos e quantidades de indústrias;

e) clima mais quente e seco, maior o consumo de água verificado;

f) hábitos e situação socioeconômico da população.

2.5.3.2. Fatores específicos:

a) qualidade de água (sabor, odor, cor);

b) custo da água: valor da tarifa;

c) a disponibilidade de água;

d) a pressão na rede de distribuição;

e) percentual de medição da água distribuída;

f) ocorrência de chuvas.

2.5.4. As variações de consumo

No sistema de abastecimento de água ocorrem variações de consumo significativas, que podem ser anuais, mensais, diárias, horárias e instantâneas. No projeto do sistema de abastecimento de água, algumas dessas variações de consumo são levadas em consideração no cálculo do volume a ser consumido. São elas:

a) anuais: o consumo *per capita* tende a aumentar com o passar do tempo e com o crescimento populacional. Em geral aceita-se um incremento de 1% ao ano no valor desta taxa;

b) mensais: as variações climáticas (temperatura e precipitação) promovem uma variação mensal do consumo. Quanto mais quente e seco for o clima maior é o consumo verificado;

c) diária: ao longo do ano, haverá um dia em que se verifica o maior consumo. É utilizado o coeficiente do dia de maior consumo (K1), que é obtido da relação entre o máximo consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário. O valor usualmente adotado no Brasil para K1 é 1,20;

d) horária: ao longo do dia tem-se valores distintos de pique de vazões horária. Entretanto haverá "uma determinada hora" do dia em que a vazão de consumo será máxima. É utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K2), que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada. O coeficiente K1 é utilizado no cálculo de todas as unidades do sistema, enquanto K2 é usado apenas no cálculo da rede de distribuição.

2.6. Medições de vazão

2.6.1. Em pequenos córregos e fontes:

O Método mais simples para medição de vazão consiste em:

a) recolher a água em um recipiente de volume conhecido (tambor, barril, etc.);

b) contar o número de segundos gastos para encher completamente o recipiente.

Exemplo: Se um tambor de 200 litros fica cheio em 50 segundos, a vazão será:

$$Q = \frac{200 \text{ litros}}{50 \text{ seg.}} = 4{,}0 \text{ litros/segundo}$$

Para ter-se a vazão em:

- Litros por minuto (l/min): multiplica-se por 60;
- Litros por hora (l/h): multiplica-se por 3.600;
- Litros por dia (l/d): multiplica-se por 86.400.

Observação: No caso de correntes de volume e velocidade muito pequenos, devem ser utilizados tambores de 18 litros de capacidade.

2.6.2. Em função da área e da velocidade

A vazão aproximada de uma corrente do tipo médio pode ser determinada pelo conhecimento da velocidade da água e da área da seção transversal de um trecho da veia líquida.

2.6.3. Determinação da velocidade

Como é mostrado na figura 10, sobre uma das margens da corrente marcam-se, a uma distância fixada, dois pontos de referência, A e B. Solta-se, a partir da referência A, e na linha média da corrente, um flutuador (rolha de cortiça, bola de borracha, pedaço de madeira, etc.) e anota-se o tempo gasto para que ele atinja a referência B.

Exemplo: se a distância entre A e B é de 10 metros e o tempo gasto pelo flutuador para percorrê-la é de 20 segundos, então, a velocidade da corrente é:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}} \quad V = \frac{10\text{m}}{20\text{s}} = 0{,}50\text{m/s}$$

2.6.4. Determinação da seção transversal

Em corrente de seção transversal aproximadamente constante ao longo de um certo trecho, procede-se da seguinte maneira:

Escolhe-se uma seção (F-F) intermediária entre os pontos A e B e determina-se a largura que a corrente aí apresenta. Procede-se a uma sondagem ao longo da seção (F-F), utilizando-se varas, paus, ou escalas graduadas.

Exemplo: Suponhamos que os dados são os seguintes:

Largura da corrente em F-F = 4,00m

$$\text{Profundidade média} = \frac{1{,}00\text{m} + 1{,}20\text{m} + 0{,}80\text{m}}{3} = 1{,}00\text{m}$$

A área média da seção transversal será:

$Am = 4{,}00m \times 1{,}00m = 4{,}00m^2$

Finalmente vem para vazão da corrente:

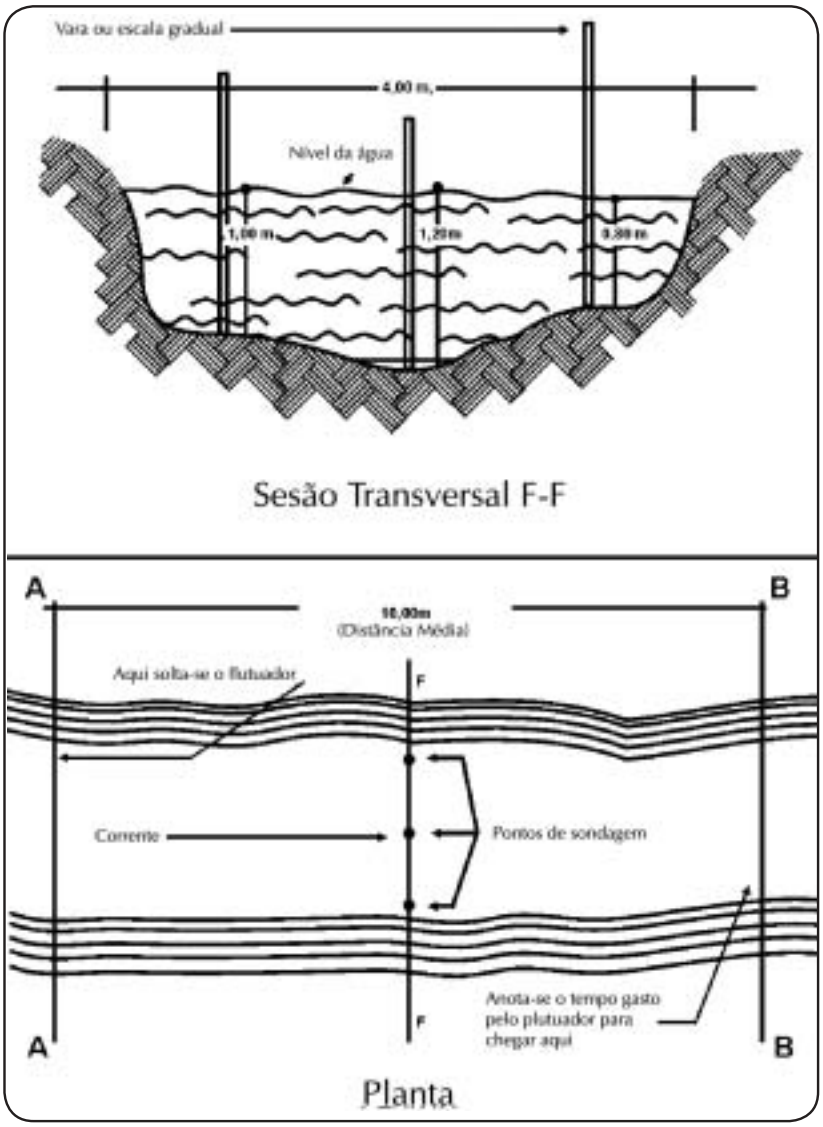
Q = área média da seção transversal x velocidade

$Q = 4{,}00m^2 \times 0{,}50m/s = 2{,}00m^3/s = 2.000l/s.$

Observação: - Em correntes de seção transversal variável, a área média utilizada no cálculo da vazão é a média aritmética das áreas das seções transversais determinadas em A-A e B-B.

- Atualmente, os flutuadores são pouco usados para medições precisas, em virtude de ocorrência de muitos erros, em razão de causas perturbadoras, como os ventos, irregularidades do leito do curso de água, etc.... Emprega-se nas medições expedidas e na falta de outros recursos.

Figura 10 — Determinação da seção transversal



Fonte: Usaid, 1961.

2.6.5. Com aplicação do vertedouro de madeira

Este método é aplicável a correntes até 3,00m de largura.

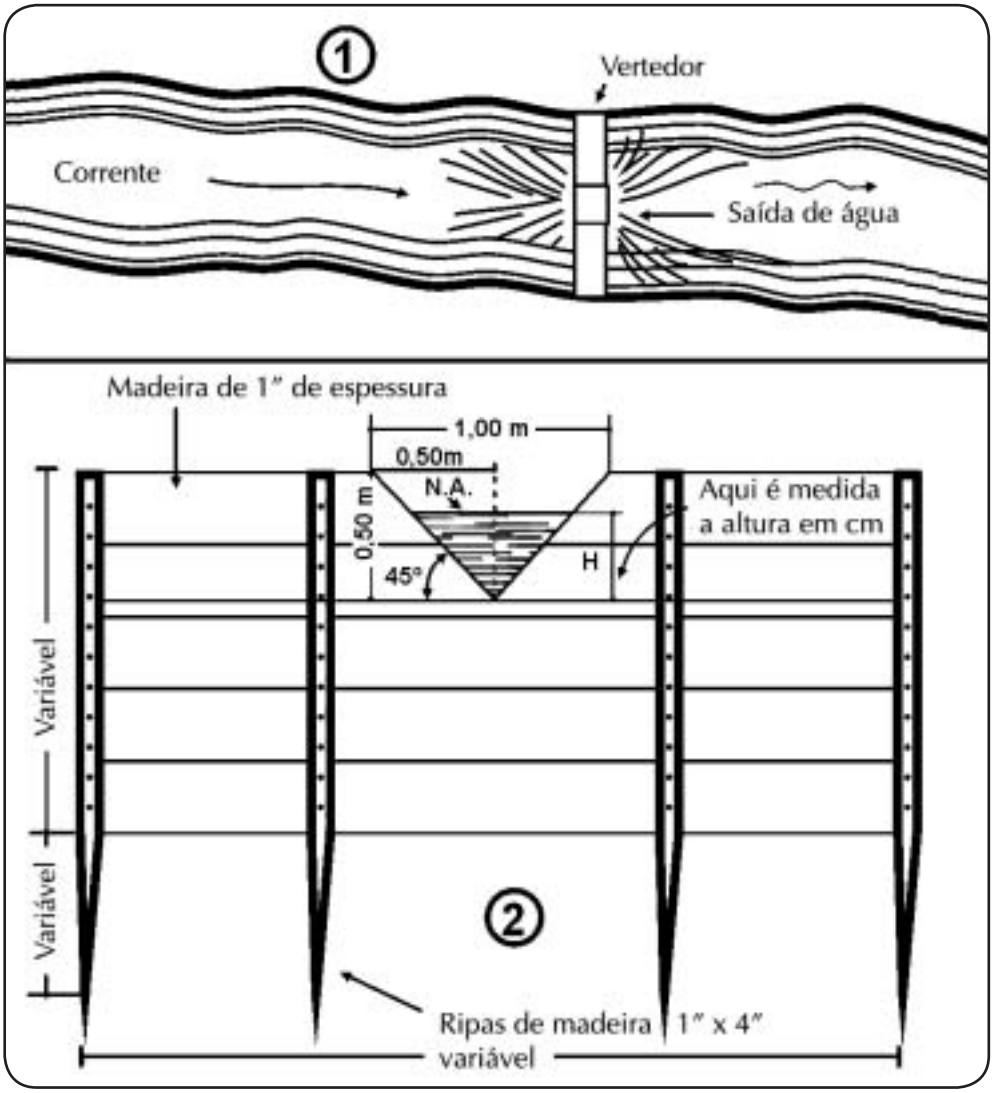
a) vertedouro é colocado perpendicularmente à corrente, barrando-a e obrigando a passagem da água pela seção triangular (figura 11);

b) em um dos lados do vertedouro coloca-se uma escala graduada em centímetros, na qual faz-se a leitura do nível alcançado pela água (figura 11).

Para determinação da vazão da corrente, toma-se a leitura na escala graduada e consulta-se a tabela para cálculo de vazão em Vertedouro Triangular (tabela 1).

Exemplo: se H = 30cm, tem-se Q = 67l/s

Figura 11 — Vertedouro de madeira



Fonte: Usaid, 1961.

Tabela 1 — Cálculo de vazão em vertedouro triangular

H(em cm)	Q(em m3/s)	Q(em l/s)
4	0,0004	0,4
5	0,0008	0,8
6	0,0012	1,2
7	0,0018	1,8
8	0,0025	2,5
9	0,0033	3,3
10	0,0043	4,3
11	0,0056	5,6
12	0,0069	6,9
13	0,0085	8,5
14	0,0110	11,0
15	0,0120	12,0
16	0,0140	14,0
17	0,0160	16,0
18	0,0190	19,0
19	0,0210	21,0
20	0,0240	24,0
21	0,0270	27,0
22	0,0320	32,0
23	0,0340	34,0
24	0,0380	38,0
25	0,0420	42,0
26	0,0470	47,0
27	0,0520	52,0
28	0,0560	56,0
29	0,0640	64,0
30	0,0670	67,0
31	0,0730	73,0
32	0,0780	78,0
33	0,0830	83,0
34	0,0910	91,0
35	0,0980	98,0
36	0,1060	106,0
37	0,1130	113,0
38	0,1210	121,0
39	0,1280	128,0
40	0,1380	138,0
41	0,1460	146,0
42	0,1560	156,0
43	0,1620	162,0
44	0,1780	178,0
45	0,1840	184,0
46	0,1940	194,0
47	0,2060	206,0
48	0,2160	216,0
49	0,2280	228,0
50	0,2390	239,0

Fonte: Usaid, 1961.

2.7. Sistema de abastecimento de água

Sistema de abastecimento de água para consumo humano é a instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano é toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical.

Basicamente, existem dois tipos de solução para o abastecimento de água:

- solução coletiva;
- solução individual.

A solução coletiva aplica-se, em áreas urbanas e áreas rurais com população mais concentrada. Os custos de implantação são divididos entre os usuários.

A solução individual aplica-se, normalmente, em áreas rurais de população dispersa. Nesse caso, as soluções referem-se exclusivamente ao domicílio, assim como os respectivos custos.

Em áreas suburbanas e periféricas, com características rurais ou mesmo em áreas de população mais concentrada, pode-se utilizar uma combinação dessas duas soluções, onde algumas partes, como o manancial ou a reservação, são de caráter coletivo, sendo a distribuição de água de caráter individual.

Normalmente, uma grande cidade contém uma parte central de características urbanas; uma outra zona, suburbana, de população mais esparsa, e uma terceira zona periférica de características nitidamente rurais. Nesses casos, deve-se estudar a solução ou soluções mais adequadas para cada uma dessas zonas.

2.8. Mananciais para abastecimento de água

É toda fonte de água utilizada para abastecimento doméstico, comercial, industrial e outros fins. De maneira geral, quanto à origem, os mananciais são classificados em:

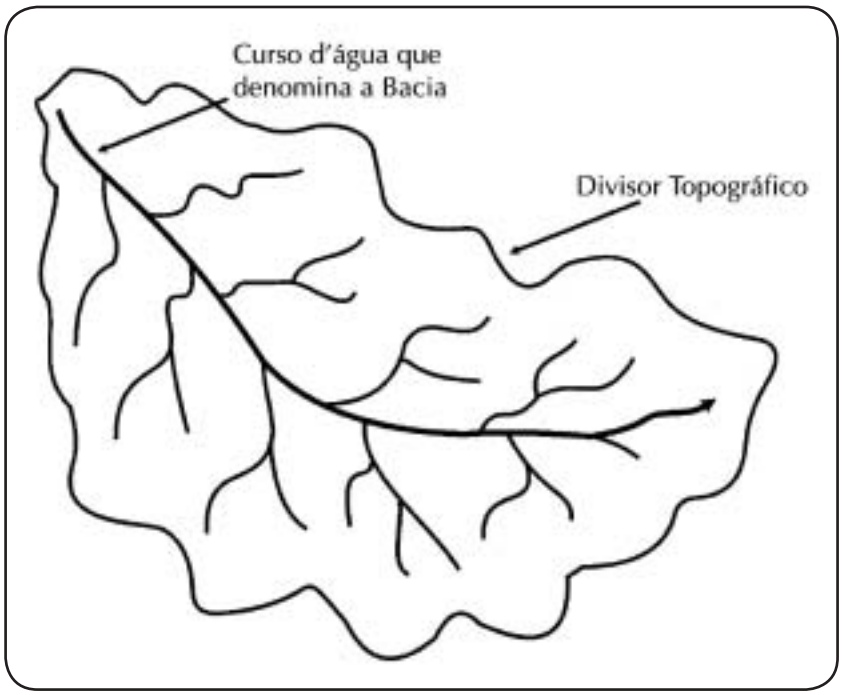
2.8.1. Manancial superficial

É toda parte de um manancial que escoa na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais. As precipitações atmosféricas, logo que atingem o solo, podem se armazenar nas depressões do terreno, nos lagos e represas,

ou alimentar os cursos d'água de uma bacia hidrográfica, se transformando em escoamento superficial. Outra parcela se infiltra no solo.

A bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre, drenada por um determinado curso d'água e limitada perifericamente pelo divisor de águas (figura 12).

Figura 12 — Bacia hidrográfica



Fonte: Castro, 1997.

O termo bacia hidrográfica não está limitado pela extensão da área. Tanto pode ser a bacia hidrográfica do Rio Amazonas, como a bacia hidrográfica do Córrego do Zé Mané, com poucos hectares de área total. Pode-se estabelecer, entretanto, algumas hierarquias. Uma é chamar a área drenada pelo rio principal de bacia e as áreas drenadas pelos afluentes de sub-bacias.

2.8.2. Manancial subterrâneo

É a parte do manancial que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre, compreendendo os lençois freático e profundo, tendo sua captação feita pelos poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes.

2.8.3. Águas meteóricas

Compreende a água existente na natureza na forma de chuva, neve ou granizo.

2.8.4. Escolha do manancial

A escolha do manancial se constitui na decisão mais importante na implantação de um sistema de abastecimento de água, seja ele de caráter individual ou coletivo.

Havendo mais de uma opção, sua definição deverá levar em conta, além da pré-disposição da comunidade em aceitar as águas do manancial a ser adotado, os seguintes critérios:

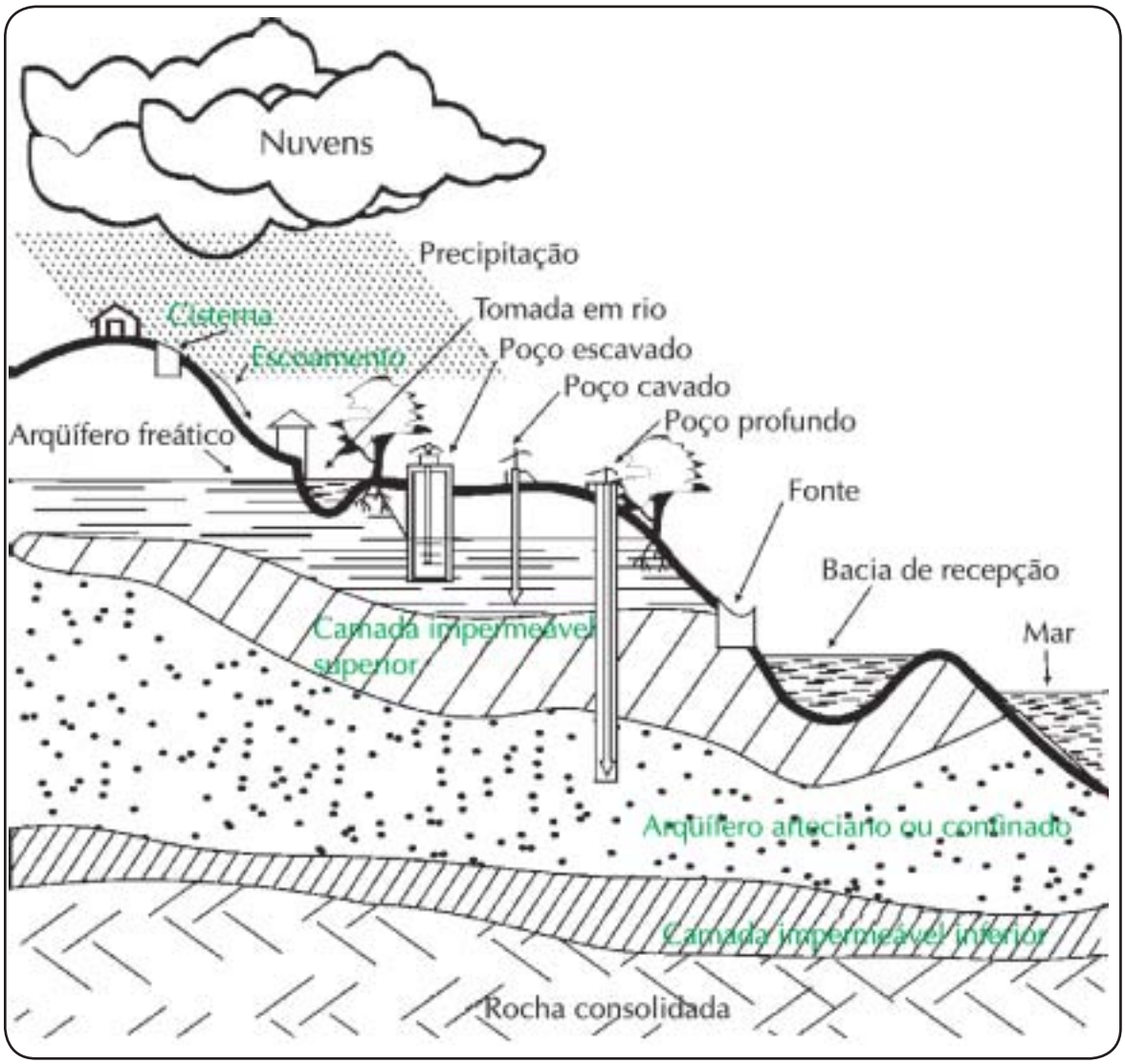
- Primeiro critério: previamente é indispensável a realização de análises de componentes orgânicos, inorgânicos e bacteriológicos das águas do manancial, para verificação dos teores de substâncias prejudiciais, limitados pela Resolução nº 20, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), de 18 de junho de 1986 — Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional;
- Segundo critério: vazão mínima do manancial, necessária para atender a demanda por um determinado período de anos;
- Terceiro critério: mananciais que dispensam tratamento, inclui águas subterrâneas não sujeitas a qualquer possibilidade de contaminação;
- Quarto critério: mananciais que exigem apenas desinfecção: inclui as águas subterrâneas e certas águas de superfície bem protegidas, sujeitas a baixo grau de contaminação;
- Quinto critério: mananciais que exigem tratamento simplificado: compreendem as águas de mananciais protegidos, com baixos teores de cor e turbidez, sujeitas apenas a filtração lenta e desinfeção;
- Sexto critério: mananciais que exigem tratamento convencional: compreendem basicamente as águas de superfície, com turbidez elevada, que requerem tratamento com coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfeção.

2.9. Formas de captação da água

De acordo com o manancial a ser aproveitado, podem ser utilizadas as seguintes formas de captação:

- superfície de coleta (água de chuva);
- caixa de tomada (nascente de encosta);
- galeria filtrante (fundo de vales);
- poço escavado (lençol freático);
- poço tubular profundo (lençol subterrâneo);
- tomada direta de rios, lagos e açudes (mananciais de superfície).

Figura 13 — Formas de captação



2.9.1. Água de chuva

A água de chuva pode ser armazenada em cisternas, que são pequenos reservatórios individuais. A cisterna tem sua aplicação em áreas de grande pluviosidade, ou em casos extremos, em áreas de seca onde se procura acumular a água da época chuvosa para a época de estiagem com o propósito de garantir, pelo menos, a água para beber.

A cisterna consiste em um reservatório protegido, que acumula a água da chuva captada da superfície dos telhados das edificações.

A água que cai no telhado vem ter às calhas, e destas, aos condutores verticais e, finalmente, ao reservatório. Os reservatórios mais simples são os de tambor, de cimento amianto e os de plástico.

Dados úteis para projetos de cisternas estão especificados nas tabelas 2, 3 e 4 a seguir.

Tabela 2 — Área máxima de cobertura coletada por calhas semicirculares com 0,5% de caimento

Diâmetro	Área máxima de Cobertura	Diâmetro	Área máxima de cobertura
7.5cm - 3 "	16m²	15,0cm - 6"	89m²
10,0cm - 4"	39m²	18,0cm - 7"	128m²
13cm - 5"	58m²	20,0cm - 8"	185m²
		25,0cm - 10"	334m²

Tabela 3 — Área máxima de cobertura coletada por condutores cilíndricos

Diâmetro	Área máxima de cobertura	Diâmetro	Área máxima de cobertura
5,0cm - 2 "	46m²	10,0cm - 4"	288m²
6,5cm - 21/2"	89m²	13,0cm - 5"	501m²
7,6cm - 3"	139m²	15,0cm - 6"	616m²
		20,0cm - 8"	780m²

Tabela 4 — Área máxima de cobertura esgotada pelo ramal

Caimento do Ramal (declividade)				
Diâmetro	0,5%	1%	2%	4%
5,0cm - 2"	-	-	32m²	46m²
7,5cm - 3"	-	69m²	97m²	139m²
10,0cm - 4"	-	144m²	199m²	288m²
13,0cm - 5"	167m²	255m²	334m²	502m²
15,0cm - 6"	278m²	390m²	557m²	780m²
20,0cm - 8"	548m²	808m²	1.105m²	1.616m²
25,0cm -10"	910m²	1.412m²	1.820m²	2.824m²

Observação: A calha, o condutor ou o ramal devem ter uma área útil de seção expressa em cm² numericamente igual à área expressa em m² da projeção horizontal do telhado. Ex: Para esgotar uma cobertura de 150m² de área, será necessária uma calha de 150cm² de área útil.

Para os locais onde há pouca mão-de-obra especializada, aconselham-se cisternas não enterradas. Deve-se abandonar as águas das primeiras chuvas, pois lavam os telhados onde se depositam a sujeira proveniente de pássaros, de animais e a poeira. Para evitar que essas águas caiam nas cisternas, pode-se desconectar os condutores de descida, que normalmente devem permanecer desligados para serem religados manualmente, pouco depois de iniciada a chuva.

Existem dispositivos automáticos que permitem o desvio, para fora das cisternas, das águas das primeiras chuvas e as das chuvas fracas, aproveitando-se, unicamente, as das chuvas fortes.

A cisterna deve sofrer desinfecção antes do uso (vide desinfecção poço escavado). A água armazenada, quando for usada para fins domésticos, deve ser previamente fervida ou clorada.

2.9.1.1. Cálculo de um sistema de captação de água de chuva

a) quantidade de água para as necessidades mínimas de uma família com cinco pessoas:

- consumo diário: 22 litros/pessoa x5 pessoas = 110 litros;
- consumo mensal:110 litros/dia x 30 dias = 3.300 litros;
- consumo anual: 3.300 litros/mês x 12 meses = 39.600 litros;

b) capacidade da cisterna

Para se obter a capacidade da cisterna, deve-se considerar somente o consumo durante o período de estiagem. Assim, se a previsão for de seis meses sem chuva, deveremos ter a seguinte capacidade de reservação:

3.300 litros/mês x seis meses = 19.800 litros;

c) superfície de coleta

Para se determinar a área da superfície de coleta, deve-se conhecer a precipitação pluviométrica anual da região, medida em mm.

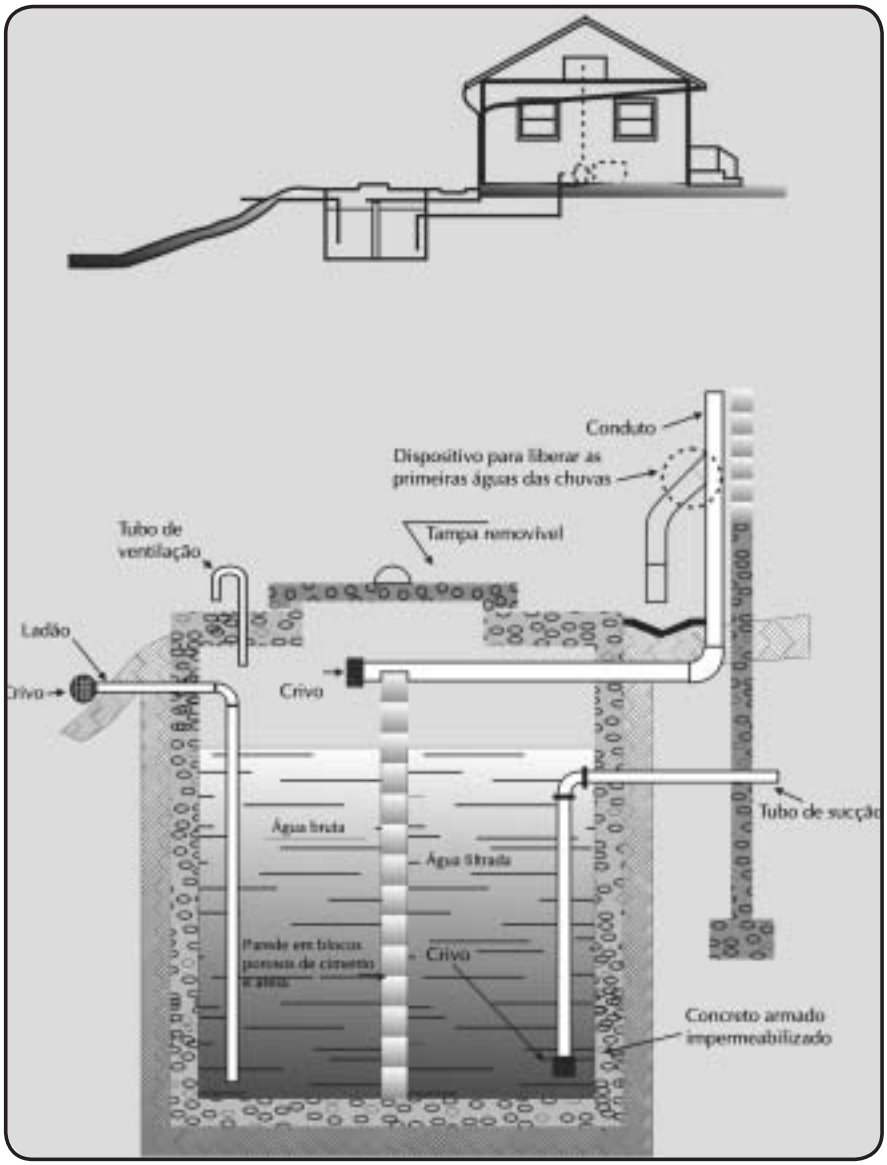
Considerando uma residência com área da projeção horizontal do telhado igual a $40m^2$ e precipitação pluviométrica anual igual a 800mm, poderemos captar a seguinte quantidade de água.

$40m^2$ x 0,8m (800mm) = $32m^3$ = 32.000 litros/ano.

Considerando ainda um coeficiente de aproveitamento, para os casos de telhado, igual a 0,80, já que nem toda área pode ser aproveitada, a quantidade máxima de água a ser captada será de:

32.000 litros x 0,8 = 25.600 litros/ano, portanto suficiente para suprir a cisterna dimensionada neste exemplo (figura 14).

Figura 14 — Corte de uma cisterna bem projetada



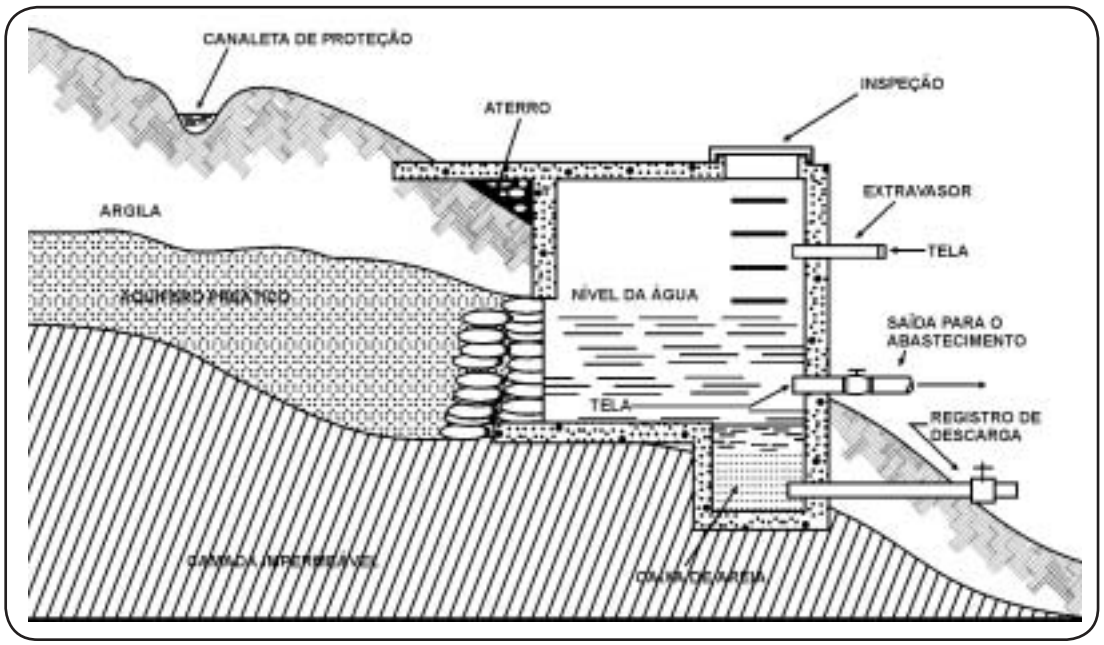
2.9.2. Caixa de tomada - fonte de encosta

O aproveitamento da água de encosta é realizado pela captação em caixa de tomada. Para prevenir a poluição da água essa caixa deve ter as paredes impermeabilizadas, tampa, canaletas para afastamento das águas de chuvas, bomba para retirada da água, ser convenientemente afastada de currais, pocilgas, fossas e ter sua área protegida por uma cerca.

A caixa deve ter, além das proteções citadas: a) um ladrão telado; b) um cano de descarga de fundo provido de registro, para limpeza; c) uma abertura de 0,80 x 0,80m na tampa, que permita a entrada de um homem para fazer a limpeza. Essa abertura deve ser coberta com outra tampa e selada de preferência com argamassa fraca. Quando se constrói a proteção da fonte, deve-se ter o cuidado de aproveitar adequadamente as nascentes. É interessante que o fundo da caixa tenha uma camada de pedra britada grossa para diminuir a entrada de areia (figura 15).

Depois de protegida, a fonte deve ser desinfetada; a técnica é a mesma utilizada para poços, fontes ou caixas d'água.

Figura 15 — Caixa de tomada — fonte de encosta



Fonte: Usaid, 1961.

2.9.3. Galeria de infiltração — fonte de fundo de vale

O aproveitamento da fonte de fundo de vale é conseguido por meio de um sistema de drenagem subsuperficial sendo, em certos casos, possível usar a técnica de poço raso para a captação da água. Normalmente, a captação é feita por um sistema de drenos que termina em um coletor central e deste vai a um poço. A construção e a proteção do poço coletor são feitas obedecendo-se aos mesmos requisitos usados para o poço raso ou fonte de encosta (figura 16 e 17).

Os drenos podem ser feitos de pedra, bambu, manilhas de concreto ou cerâmica e de tubos de PVC perfurados. A duração dos drenos de concreto depende da composição do terreno; terrenos ácidos corroem os tubos de concreto não protegidos. Os mais duráveis são os de manilha vidrada e os de PVC. Os diâmetros mais empregados são os de 10cm a 20cm; excepcionalmente, empregam-se os de 30cm. Para captar mais água, é preferível estender a rede em vez de aumentar os diâmetros. Os drenos devem ser colocados nos fundos de valas abertas no terreno. As valas devem ter fundo liso, protegido por camada de cascalho, e a inclinação deve ser uniforme. A profundidade mínima das valas deve ser de 1,20m; declividade mínima de 0,25m por 100m, declividade máxima 3,0m por 100m.

Os drenos principais devem ter sempre declividade superior aos drenos laterais ou secundários: declividade mínima 0,5m por 100m (0,5%).

Figura 16 — Galeria de infiltração

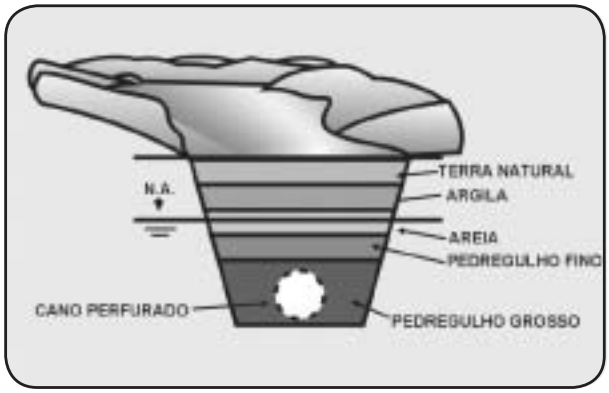
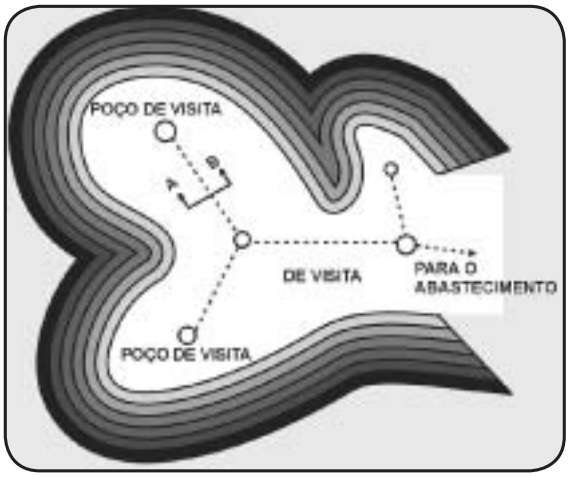


Figura 17 — Fonte de fundo de vale



a) cuidados na construção

É boa técnica:

- nivelar uniformemente as valas antes de assentar os tubos; lançar uma camada de cascalho ou brita, dando a cada vala a declividade apropriada;
- começar o assentamento de jusante para montante;
- as manilhas coletoras não devem ser rejuntadas;
- envolver os drenos superior e lateralmente com cascalho ou brita, a fim de evitar a entrada de terra;
- uma vez construído o sistema, reaterrar as valas, sem deixar depressões na superfície do solo; o aterro das valas deve ultrapassar o nível do terreno, dando-se um abaulamento como acabamento, a fim de evitar as depressões quando se der o completo assentamento do terreno;
- retirar as árvores das proximidades dos drenos;
- proteger a área com uma cerca, a fim de impedir o trânsito de pessoas e animais.

Os sistemas usados variam de acordo com as características dos terrenos e podem ser:

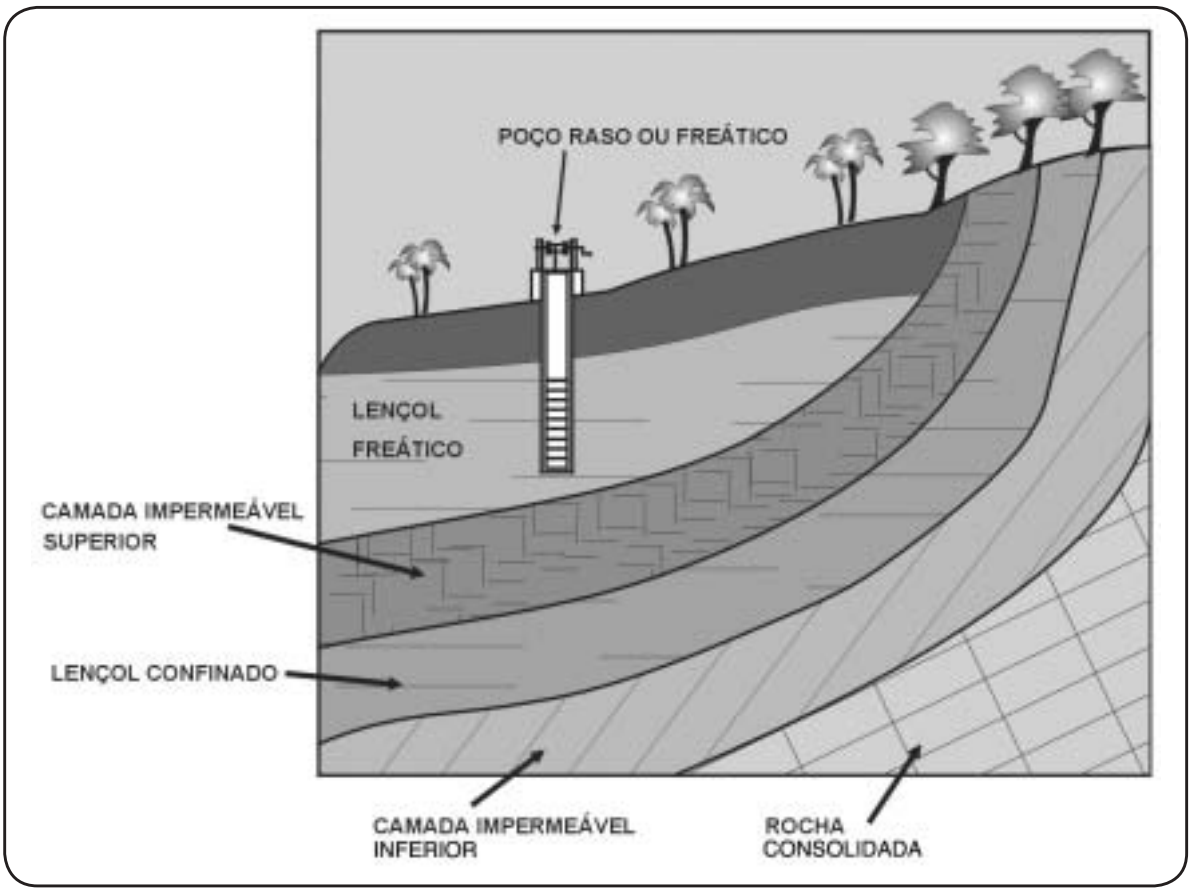
- sistema singelo de linha única;
- sistema em grelha, com drenos paralelos caindo em um dreno interceptor principal;
- sistema em espinha de peixe com um dreno principal e recebendo os drenos laterais;
- sistema interceptor usado para receber água das encostas, com um dreno principal no qual os drenos que margeiam a encosta chegam.

2.9.4. Poços escavados

Também conhecidos como poços rasos ou freáticos, com diâmetro mínimo de 90 centímetros, são destinados tanto ao abastecimento individual como coletivo. Esta solução permite o aproveitamento da água do lençol freático, atuando geralmente, entre 10 a 20 metros de profundidade, podendo obter de dois a três mil litros de água por dia (figura 18).

Um exemplo de poço raso, de técnica mais apurada, é o poço tipo amazonas, desenvolvido pela extinta Fsesp , para servir aos pequenos abastecimentos públicos na região amazônica.

Figura 18 — Poço raso



Fonte: Barros, et al., 1995.

2.9.4.1. Locação

Em primeiro lugar, a construção do poço só será viável se houver indícios de água subterrânea na área pretendida e possibilidade de ser atingido o lençol.

As referidas condições poderão ser determinadas por meio de métodos científicos e emprego de tecnologia apropriada. Na área rural, entretanto, e para o tipo de poço em questão, bons resultados serão obtidos por algumas indicações de ordem prática aliadas à experiência dos moradores da área.

Por exemplo:

- verificar se há poços escavados na área, sua profundidade, quantidade e características da água fornecida;
- ouvir a opinião dos moradores vizinhos e do poceiro local sobre o tipo de solo, profundidade do lençol, variação da quantidade de água nas épocas de seca e de chuva;
- em terrenos fáceis de perfurar, como os argilosos e os arenosos, pode-se recorrer à sondagem;
- para isso, utiliza-se trados de pequeno diâmetro (50mm a 150mm);
- convém observar que as águas subterrâneas normalmente correm em direção aos rios e lagos e perpendicularmente a eles. Geralmente seguem a mesma disposição da topografia do terreno. Contudo, há exceções, razão pela qual é conveniente conhecer os níveis da água nos diversos poços da área;
- certos vegetais seguem o rastro da água e são, assim, indicadores de mananciais subterrâneos. Tal é o caso da carnaúba e de outras plantas;
- a escolha do local para construção do poço deverá levar em conta os riscos de contaminação do lençol por possíveis focos localizados na área;
- deve-se respeitar por medidas de segurança, a distância mínima de 15 metros entre o poço e a fossa do tipo seca, desde que seja construída dentro dos padrões técnicos, e, de 45 metros, para os demais focos de contaminação, como, chiqueiros, estábulos, valões de esgoto, galerias de infiltração e outros, que possam comprometer o lençol d'água que alimenta o poço;
- deve-se, ainda, construir o poço em nível mais alto que os focos de contaminação;
- evitar os locais sujeitos a inundações e dar preferência àqueles de fácil acesso aos usuários;
- em certos tipos de terrenos que possuem fendas no solo, o risco de contaminação do lençol é maior.

2.9.4.2. Construção

A época adequada para escavação do poço é no período de estiagem, pois no tempo chuvoso os trabalhos tornam-se muito difíceis e até mesmo inviáveis.

Durante a construção, todo cuidado de segurança deve ser tomado por aquele que estiver trabalhando no poço; não se deve penetrar no seu interior, sem ter meios de escape e sem a estabilidade das paredes.

A escavação poderá ser manual usando-se ferramentas comuns: picareta, cavadeira, enxadão, etc. ou, também, por meio de trados, se o tipo de terreno for favorável.

O poço deverá ter o formato cilíndrico, com diâmetro mínimo de 90 centímetros. A profundidade será a necessária para atingir o lençol freático, porém, não inferior a três metros, que é a altura mínima do revestimento de proteção.

Nos terrenos frágeis, é necessário revestir toda a parede do poço, a fim de evitar o seu desmoronamento.

Uma boa técnica, consiste em fazer o revestimento com manilhões de concreto. Os manilhões são assentados na boca do poço, um de cada vez. A medida que se for escavando por dentro deles, irão descendo por conta do próprio peso.

Uma vez atingido o lençol, recomenda-se aprofundar a escavação dentro dele, a fim de obter seu melhor aproveitamento. Para facilitar esta tarefa, pode-se fazer o esgotamento da água com bombas a motor ou manuais.

Há terrenos firmes, não sujeitos a desmoronamentos, que dispensam o revestimento do poço. Mesmo assim, deverá ser feito, pelo menos, até três metros de altura, afim de possibilitar a proteção sanitária (figura 20).

2.9.4.3. Proteção

A proteção do poço escavado tem a finalidade de dar segurança à sua estrutura e, principalmente, evitar a contaminação da água.

A seguir, são apontados os possíveis meios de contaminação do poço e as respectivas medidas de proteção:

a) infiltração de águas da superfície, pelo terreno, atingindo a parede e o interior do poço.

- proteção: impermeabilizar a parede até a altura mínima de três metros e construir plataforma (calçada) de concreto com um metro de largura, em volta da boca do poço;
- sabe-se que, durante a infiltração das águas de superfície no terreno, suas impurezas ficam retidas numa faixa do solo, a qual, para segurança dos poços, é indicada com três metros. Por essa razão, o revestimento impermeabilizado deve atingir esta cota. A construção da calçada em volta do poço visa a evitar lamaçal e impedir, também, a infiltração das águas de superfície na área.

b) escoamento de águas da superfície e enxurradas pela boca do poço, para seu interior.

- proteção: construir uma caixa sobre a boca do poço, feita de concreto ou alvenaria de tijolos. A referida caixa poderá ser construída, fazendo-se o prolongamento externo da parede de revestimento do poço. Deverá ter altura entre 50 e 80 centímetros, a partir da superfície do solo.

c) entrada de objetos contaminados, animais, papéis, etc., pela boca do poço.

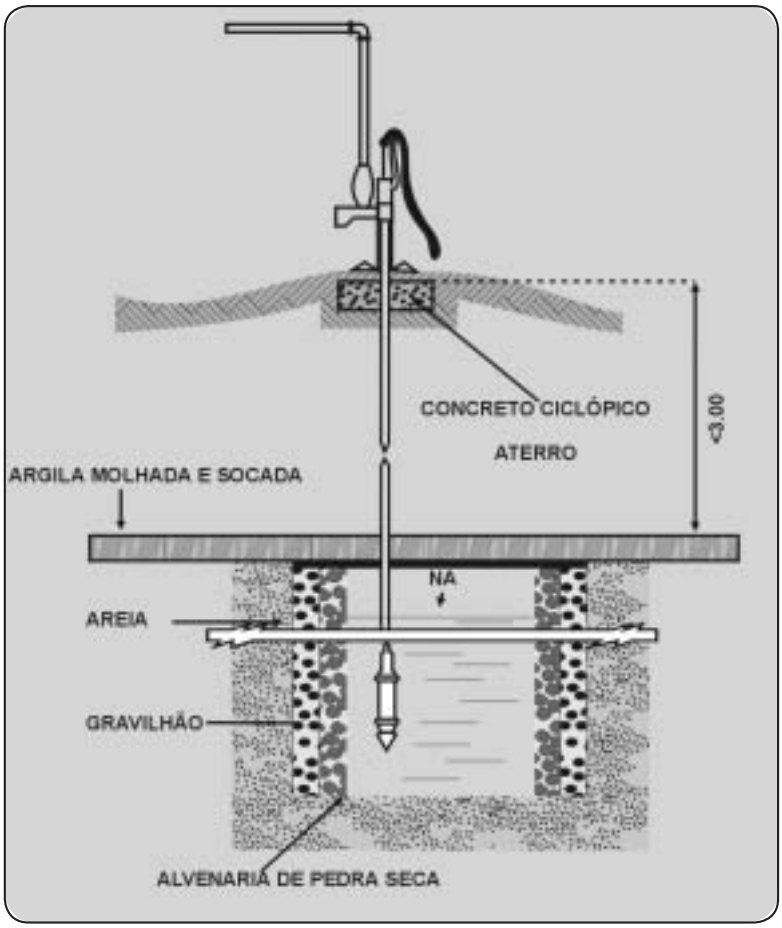
- proteção: fechar a caixa da boca do poço com cobertura de concreto ou de madeira, deixando abertura de inspeção com tampa de encaixe.

2.9.4.4. Retirada da água

a) bomba hidráulica

A retirada de água será feita pela bomba hidráulica centrífuga (de operação a motor elétrico) ou de embolo (de operação manual) (figura 19), pois permite manter o poço sempre fechado. Além disso, é de fácil operação e maior rendimento.

Figura 19 — Operação de bomba manual



2.9.4.5. Desinfecção

Após a construção das obras o poço deverá ser desinfetado. Só assim a água a ser fornecida estará em condições de uso.

a) os agentes desinfetantes mais comumente usados são os compostos de cloro:

- hipoclorito de cálcio (superior a 65% de Cl_2);
- cloreto de cal (cerca de 30% de Cl_2);
- hipoclorito de sódio (cerca de 10% a 15% de Cl_2);
- água sanitária (cerca de 2% a 2,5% de Cl_2);

b) quantidade de desinfetante a usar:

- solução a 50mg/l de Cl_2 — tempo de contato 12 horas;
- solução a 100mg/l de Cl_2 — tempo de contato quatro horas;
- solução a 200mg/l de Cl_2 — tempo de contato duas horas;

c) técnica de desinfecção:

- cubar o reservatório ou poço a ser desinfectado;
- calcular o desinfetante a ser usado;
- preparar a solução desinfetante a 5%, pesando o produto e despejando-o em água limpa. Agitar bem e depois deixar em repouso;
- desprezar a borra e derramar a solução no poço;

d) o cálculo do desinfetante é feito de acordo com o produto, o tempo de contato e a cubagem do poço:

- calcular a quantidade de cloro necessário por meio de regra de três.

Exemplo: 2.000 litros de água e 12 horas de contato

1 litro de água	50mg de Cl
2.000L de água	x mg de cloro

- a quantidade x de cloro encontra-se em diferentes proporções nos produtos.

Exemplo: em cloreto de cal a 30%, logo:

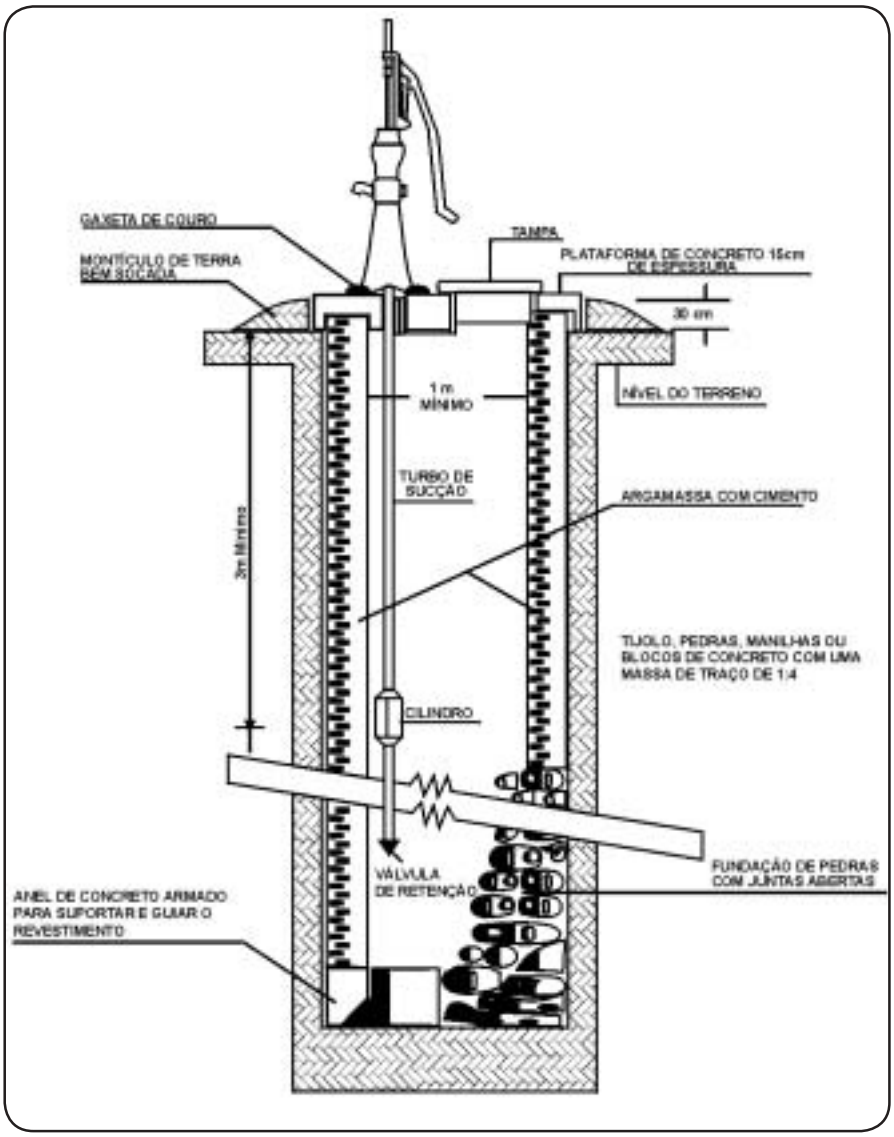
100mg de cloreto	30mg de Cl
y mg de cloreto	x mg de Cl

Agitar o mais possível e deixar a solução permanecer em contato com o poço o tempo necessário, de acordo com a dosagem, 2 — 4 — 12 horas. Findo o prazo, esgotar o poço até que nenhum cheiro ou gosto de cloro seja percebido na água.

Se possível, confirmar o resultado da desinfecção pela análise bacteriológica antes de utilizar a água para bebida.

Observação:
- A desinfecção com solução forte de 100mg/l de Cl_2 deve ser precedida de limpeza, com escovas, de todas as superfícies do poço, paredes, face interna da tampa, tubo de sucção;
- As amostras para análise bacteriológica devem ser colhidas depois que as águas não apresentem mais nenhum odor ou sabor de cloro;
- A desinfecção de um poço elimina a contaminação presente no momento, mas não tem ação sobre o lençol de água propriamente dito, cuja contaminação pode ocorrer antes, durante e depois da desinfecção do poço.

Figura 20 — Poço construído adequadamente


GAXETA DE COURO
MONTÍCULO DE TERRA BEM SOCADA
TAMPA
PLATAFORMA DE CONCRETO 15cm DE ESPESSURA
30 cm
1 m MÍNIMO
NÍVEL DO TERRENO
TUBO DE SUCÇÃO
ARGAMASSA COM CIMENTO
3m Mínimo
TIJOLO, PEDRAS, MANILHAS OU BLOCOS DE CONCRETO COM UMA MASSA DE TRAÇO DE 1:4
CILINDRO
VÁLVULA DE RETENÇÃO
FUNDAÇÃO DE PEDRAS COM JUNTAS ABERTAS
ANEL DE CONCRETO ARMADO PARA SUPORTAR E GUIAR O REVESTIMENTO

2.9.4.6. Método expedito para a medida aproximada da vazão de um poço

a) a vazão deve ser medida, de preferência, na época de estiagem;

b) o teste pode ser feito com bomba ou, na falta desta, com baldes;

c) o teste deve ser feito da seguinte maneira:

- instala-se a bomba no poço. A mesma deverá ter um registro na saída para regular sua descarga;
- bombeia-se durante um período mínimo de uma hora até que o nível da água, no poço, se estabilize, para uma vazão que, aproximadamente, se deseja obter do poço. Isso pode ser controlado regulando-se a abertura do registro de saída da bomba. Pela descarga da bomba pode-se ter uma idéia aproximada da vazão (figuras 21 e 22);

- para medir, com maior precisão, a vazão do poço, para as condições acima mencionadas, basta cronometrar o tempo de enchimento de um recipiente de volume conhecido como, por exemplo, um tambor de 200 litros, latas de 20 litros, etc.;

d) fórmulas práticas para determinar a vazão:

- quando o bombeamento for contínuo, a determinação da vazão poderá ser feita utilizando-se os dados da tabela 5 ou as fórmulas correspondentes às figuras 21 e 22.

Figura 21 — Tubo horizontal totalmente cheio

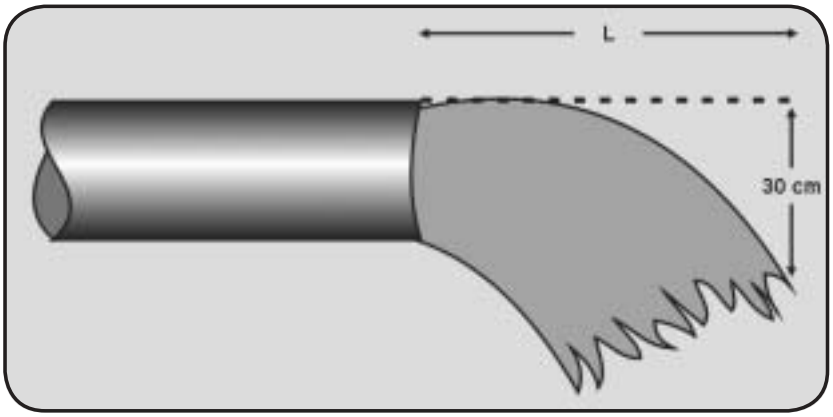


Tabela 5 — Vazão do poço em litros por minuto de acordo com os dados da figura 21

Diâmetro		Distância Horizontal - L (cm)							
Pol.	cm	30	35	40	45	50	55	60	70
2	5,08	155	181	208	231	257	283	310	363
3	7,62	340	397	454	510	567	624	681	794
4	10,16	567	685	783	878	976	1.074	1.173	1.366
5	15,24	1.332	1.551	1.778	1.998	2.221	2.441	2.668	3.107
6	20,32	2.308	2.694	3.077	3.463	3.849	4.235	4.621	5.393

Q = 0,24 AL.

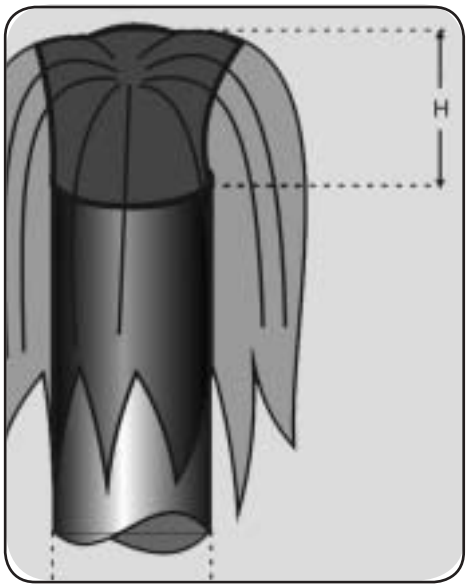
Q = Vazão em litros por minuto.

A = Área em cm^2 da seção do tubo.

L = Distância em cm, determinada a partir de extremidade do tubo, pelo ponto em que a distância de 30 cm do jato de água encontra o nível superior do tubo.

- na posição vertical:

Figura 22 — Tubo vertical totalmente cheio



- fórmula para utilizar

$$Q = 2{,}06\ D^2 \sqrt{H}$$

Onde:

Q = Vazão em litros por minuto;

D = Diâmetro em cm;

H = Altura da água em cm.

2.9.4.7. Melhorias do poço raso escavado

A melhoria do poço raso pode, muitas vezes, ser obtida com limpeza, retirada de lama e areia, resultando, dessa operação, um aumento de sua vazão. Outra medida que pode dar bom resultado é aprofundar o poço.

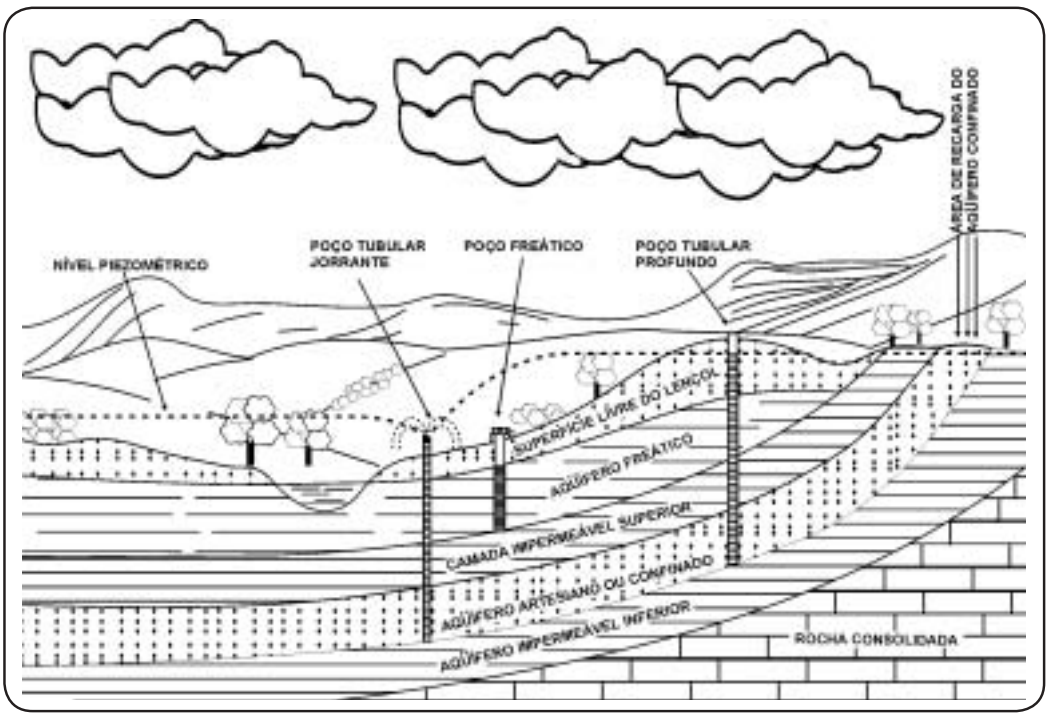
Um recurso usado para evitar ou diminuir a entrada de areia na bomba é o filtro invertido, que consiste em depositar no fundo do poço diversas camadas de cascalho em ordem crescente de diâmetros, de baixo para cima.

Observação: Acidentes: antes de entrar em um poço para limpá-lo, é necessário fazer um teste indicativo da presença de gás, para evitar acidentes fatais. Faz-se o teste, introduzindo no poço, por meio de uma corda, uma vela ou um lampião aceso. Se a chama diminui ou se apaga, é sinal de que há presença de gás; nesse caso, deve-se forçar a ventilação do poço e fazer-se novo teste, em seguida. Só se deve descer no poço quando o teste de gás for negativo.

2.9.5. Poço tubular profundo

Os poços tubulares profundos captam água do aqüífero denominado artesiano ou confinado, localizado abaixo do lençol freático, entre duas camadas impermeáveis e sujeitas a uma pressão maior que a atmosférica (figura 23).

Figura 23 — Corte do terreno mostrando os lençóis de água



Nesses poços o nível da água, em seu interior, subirá acima da camada aqüífera. No caso da água jorrar acima da superfície do solo, sem necessidade de meios de elevação mecânica, o poço é dito jorrante ou surgente. Caso a água se eleve dentro do poço sem contudo ultrapassar a superfície do solo, o poço é dito semi-surgente.

A quantidade de água que um poço tubular profundo pode fornecer depende das características geológicas do local, que influenciam na capacidade de armazenamento e circulação da água no aqüífero. Por isso, a produção de água só pode ser estimada a partir de estudos hidrogeológicos ou pela observação de registros operacionais de poços existentes na região.

O diâmetro, normalmente de 150mm ou 200mm, é determinado em função da vazão a ser extraída. Quanto à profundidade, esta pode variar de 60 a 300 metros ou mais, dependendo da profundidade em que se encontra o aqüífero.

Os poços profundos são construídos por meio de perfuratrizes, que podem ser:

a) de percussão

Mais simples, requerem menos conhecimento técnico; aplicam-se em qualquer tipo de terreno e em áreas de rocha mais dura; exigem muito pouca água durante a operação;

b) rotativas

Exigem maiores conhecimentos do operador; requerem muita água durante a operação; levam vantagem em terrenos de rocha mais branda, e são mais rápidas em terrenos sedimentares.

A proteção do poço é feita com tubos de revestimento em aço ou PVC, destinados a impedir o desmoronamento das camadas de solo não consolidadas e evitar sua contaminação.

A retirada da água do poço, normalmente é realizada pelas bombas centrífugas submersíveis, ou bombas a compressor - "*Air Lift*".

Para a montagem do poço e dimensionamento do conjunto elevatório são necessários as seguintes informações fornecidas pelo perfurador:

- diâmetro do poço determinado pelo diâmetro interno do tubo de revestimento;
- vazão: vazão ótima que visa ao aproveitamento técnico e econômico do poço, definida pela curva característica do poço (curva-vazão/rebaixamento);
- nível estático: nível que atinge a água no poço quando não há bombeamento;
- nível dinâmico: nível em que a água se estabiliza no poço, durante o bombeamento;
- profundidade de instalação da bomba: definida em função da posição prevista para o nível dinâmico, correspondente à vazão de bombeamento. Normalmente é localizada 10,00 metros abaixo do nível dinâmico;
- outros: condições de verticalidade e alinhamento do poço, características físico-químicas da água, características da energia elétrica disponível, distância do poço ao ponto de abastecimento (reservatório por exemplo) e desnível geométrico (figura 24).

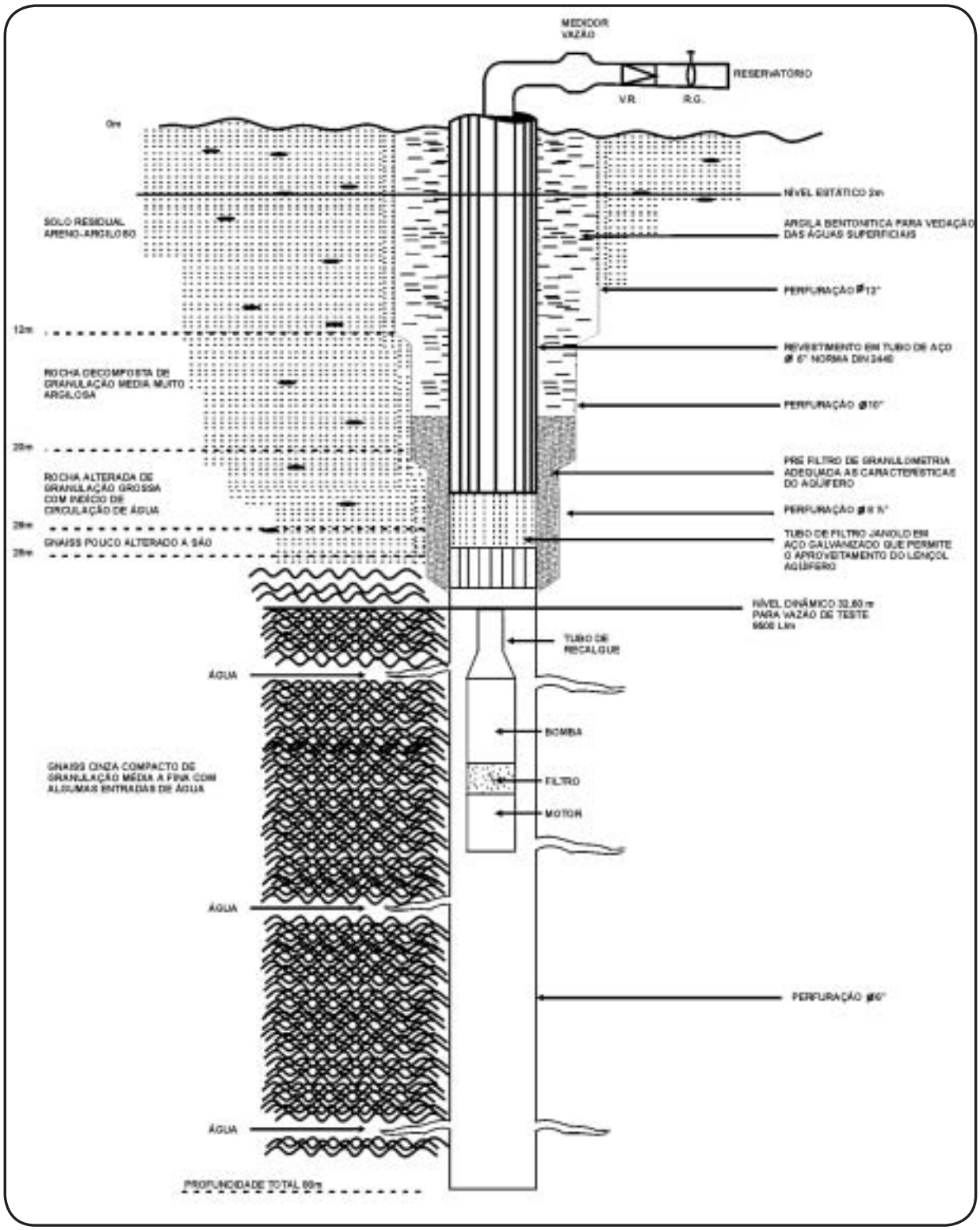
2.9.6. Captação de águas superficiais

A captação de águas superficiais depende de cuidados que devem ser levados em conta quando da elaboração do projeto. Qualquer tipo de captação deverá atender em qualidade e quantidade a demanda prevista da população futura no horizonte (alcance) do projeto.

A escolha das obras de captação deve ser antecedida da avaliação dos seguintes fatores:

- dados hidrológicos da bacia em estudo ou de bacias na mesma região;
- nível de água nos períodos de estiagem e enchente;
- qualidade da água;
- monitoramento da bacia, para localização de fontes poluidoras em potencial;
- distância do ponto de captação ao ponto de tratamento e distribuição;

Figura 24 — Perfil padrão de um poço tubular profundo em região de rochas cristalinas



Fonte: Bohnenberger, 1993.

- desapropriações;
- necessidade de elevatória;
- fonte de energia;
- facilidade de acesso.

a) composição de uma captação:
   - barragens ou vertedores para manutenção do nível ou para regularização da vazão;
   - órgãos de tomada d'água com dispositivos para impedir a entrada de materiais flutuantes;
   - dispositivos para controlar a entrada de água;
   - canais ou tubulações de interligação e órgãos acessórios;
   - poços de sucção e casa de bombas para alojar os conjuntos elevatórios, quando necessário.

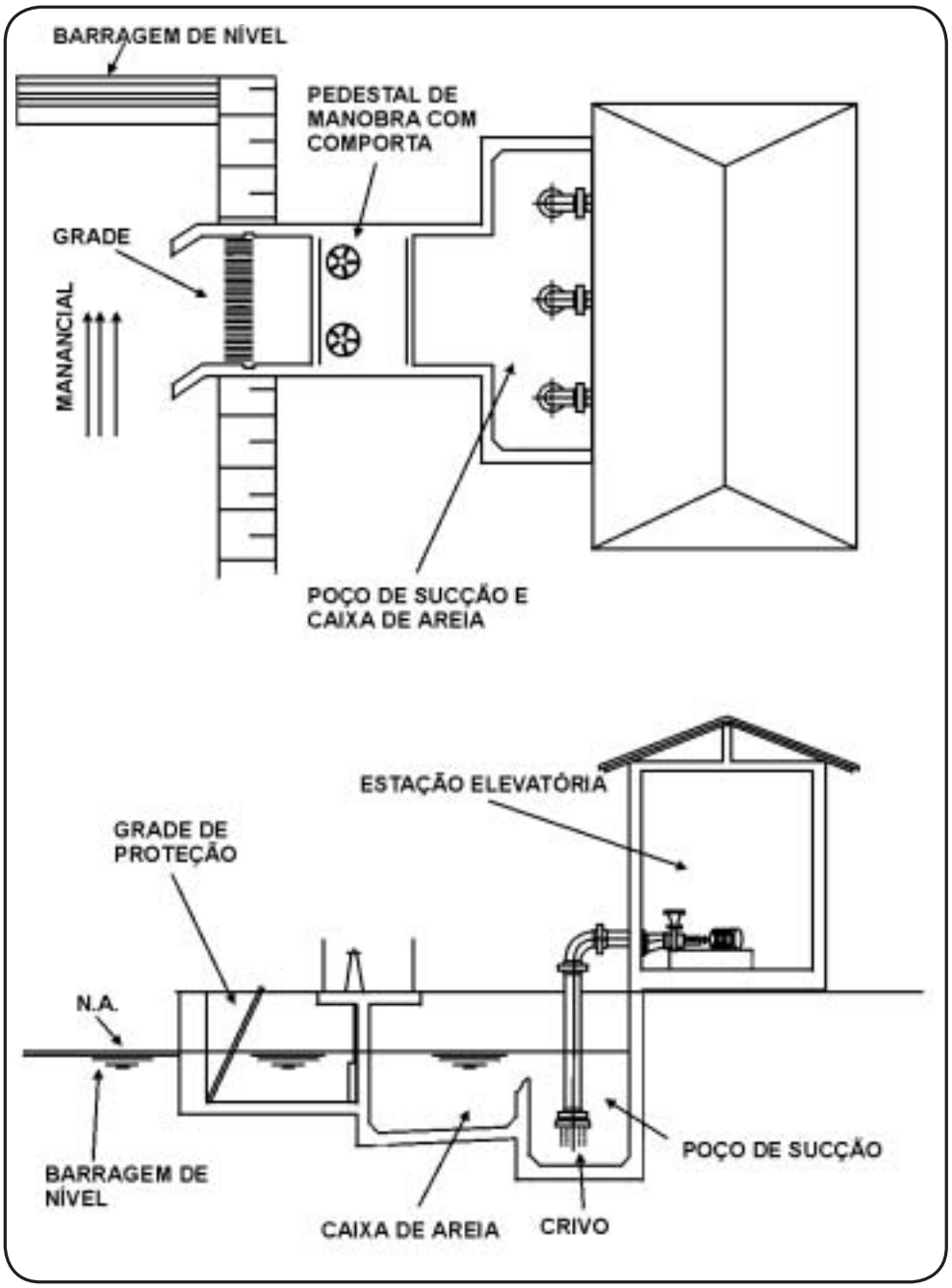
b) dispositivos encontrados na captação das águas superficiais:
   - barragem de nível: são obras executadas em um rio ou córrego, ocupando toda a sua largura, com a finalidade de elevar o nível de água do manancial, acima de um mínimo conveniente e predeterminado;
   - grades: são dispositivos destinados a impedir a passagem de materiais flutuantes e em suspensão, bem como sólidos grosseiros, às partes subseqüentes do sistema;
   - caixas de areia: são dispositivos instalados nas captações destinados a remover da água as partículas por ela carregadas com diâmetro acima de um determinado valor.

Algumas soluções para tomada de água em manancial de superfície:

2.9.6.1. Tomada de água com barragem de nível

É um tipo de captação de uso generalizado no aproveitamento de pequenos cursos d'água, que visa somente elevar o nível de água, sendo que a vazão do rio deve ser superior à vazão máxima de adução, pois a barragem não tem função de acumular água.

Figura 25 — Tomada de água com barragem de nível



Fonte: Adaptado Barros et al., 1995.

2.9.6.2. Tomada direta com proteção

2.9.6.3. Poço de tomada

Estes dois tipos de captação acima são utilizados normalmente em cursos d'água perenes sujeitos a pequenas oscilações de nível, e que não haja transporte de sedimentos (areia) (figuras 26, 27, 28 e 29).

Figura 26

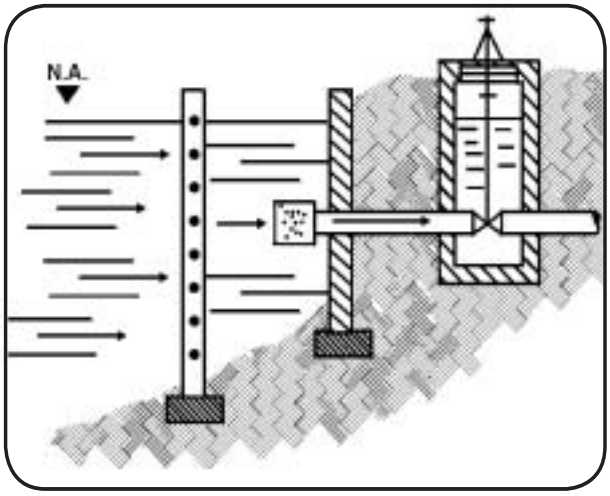


Figura 27

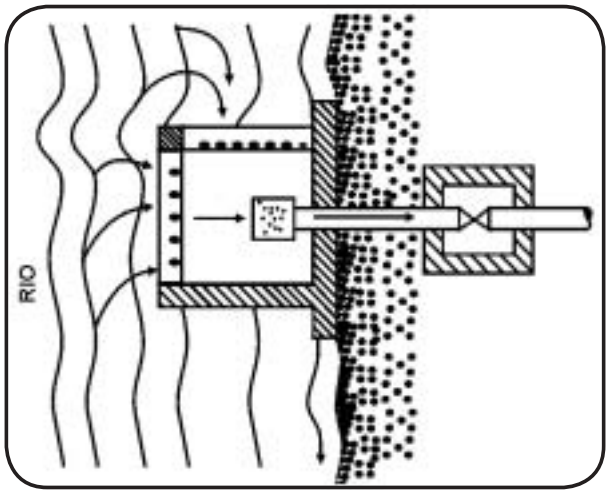
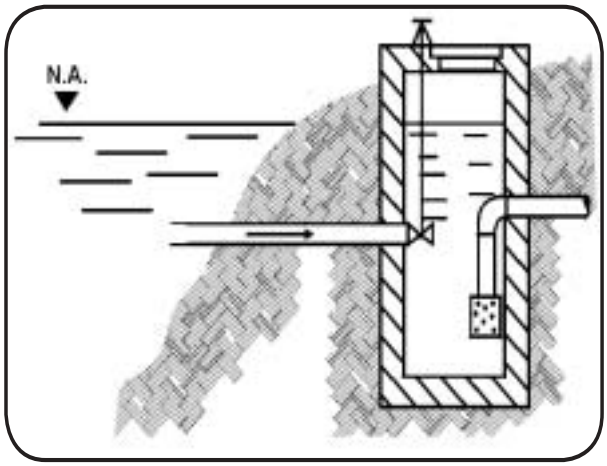
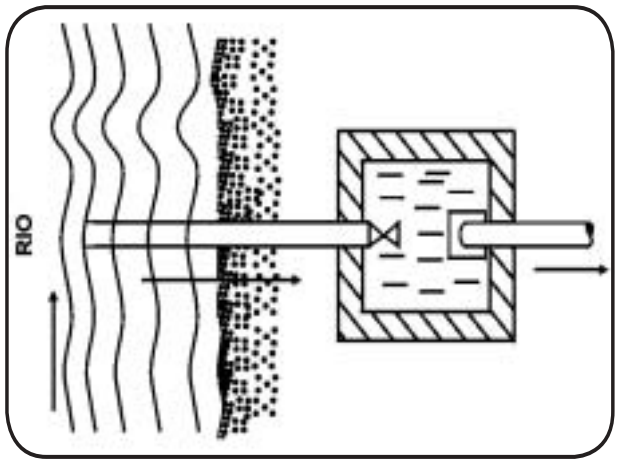


Figura 28



Fonte: Cetesb, 1981.

Figura 29

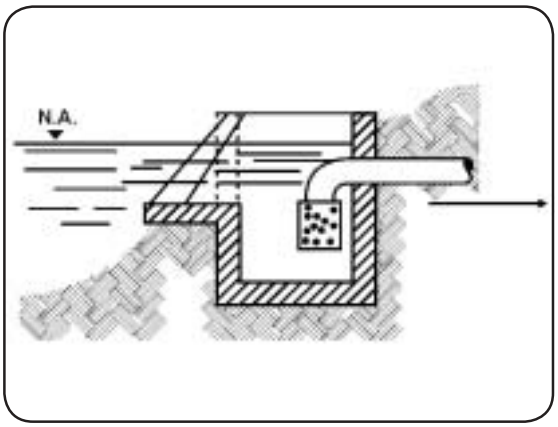


Fonte: Cetesb, 1981.

2.9.6.4. Canal de derivação

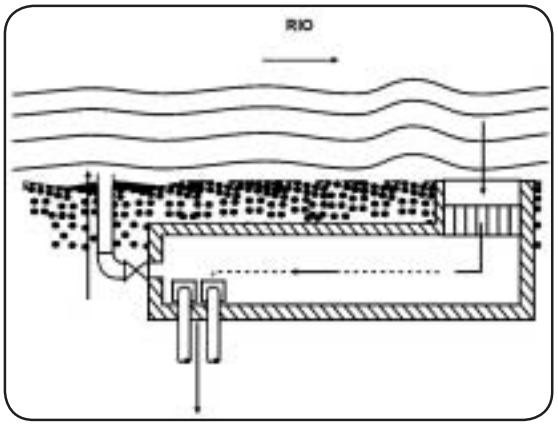
Consiste no desvio parcial das águas de um rio a fim de facilitar a tomada de água (figuras 30 e 31).

Figura 30



Fonte: Cetesb, 1981.

Figura 31

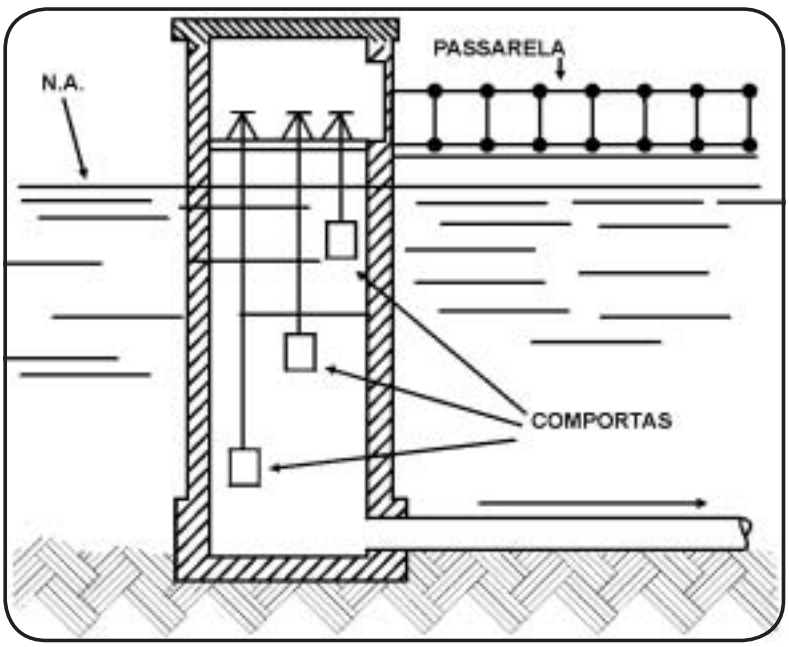


Fonte: Cetesb, 1981.

2.9.6.5. Torre de tomada

Utilizado para captação em represas e lagos. A torre de tomada fica sempre envolvida pela água sendo provida de várias comportas situadas em níveis diferentes. O ingresso da água ao interior da torre é feito por uma das comportas, permanecendo as demais fechadas. Este tipo de solução permite obter uma água de melhor qualidade. Não tão próxima à superfície onde há algas, nem do fundo onde existe lodo, ambos indesejáveis à captação pois dificultam o tratamento da água (figura 32).

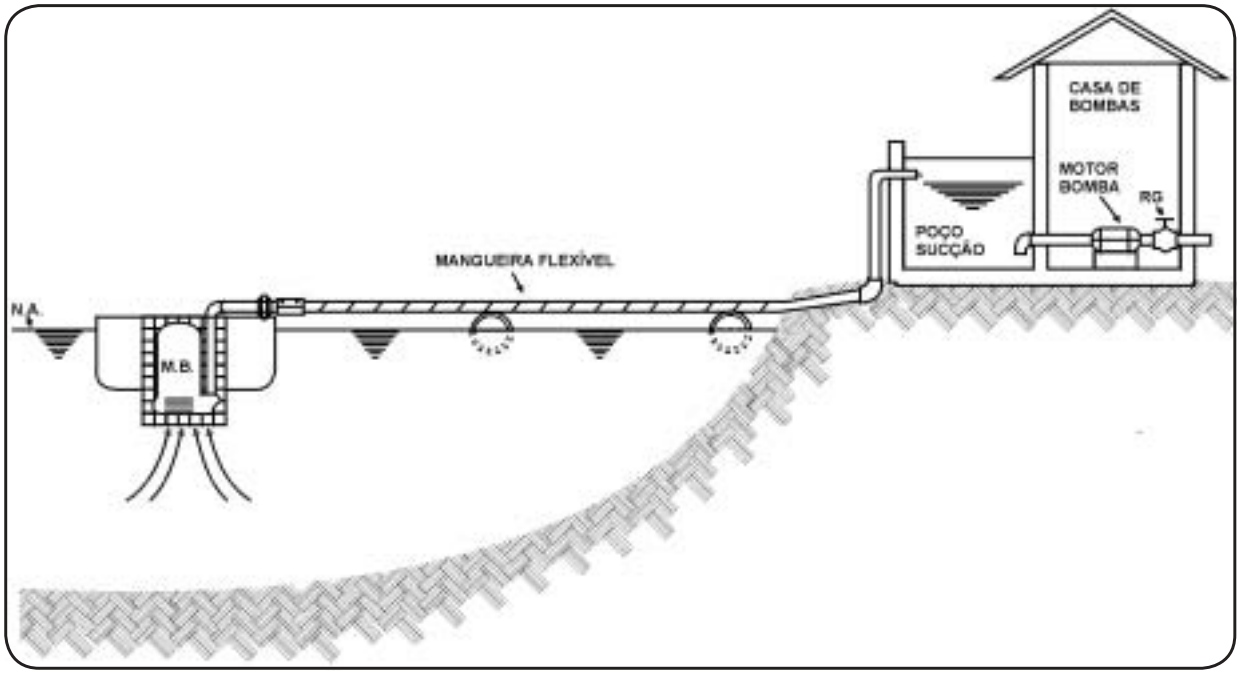
Figura 32 — Torre de tomada



2.9.6.6. Tomada de água flutuante

Esta é a solução ideal para a captação quando a Estação de Tratamento de Água está próxima ao manancial de modo a permitir um único recalque (figura 33).

Figura 33 — Esquema de tomada de água flutuante



Fonte: Bohnenberger, 1993.

2.10. Abastecimento público de água

Quando a densidade demográfica em uma comunidade aumenta, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água. Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais indicada, por ser mais eficiente no controle dos mananciais, e da qualidade da água distribuída à população.

Não obstante, as soluções individuais para as áreas periféricas não devem ser desprezadas, pois serão úteis, salvarão muitas vidas e farão minorar muitos sofrimentos, enquanto se aguardam soluções gerais. Estas últimas envolvem grandes gastos e muitas vezes são morosas.

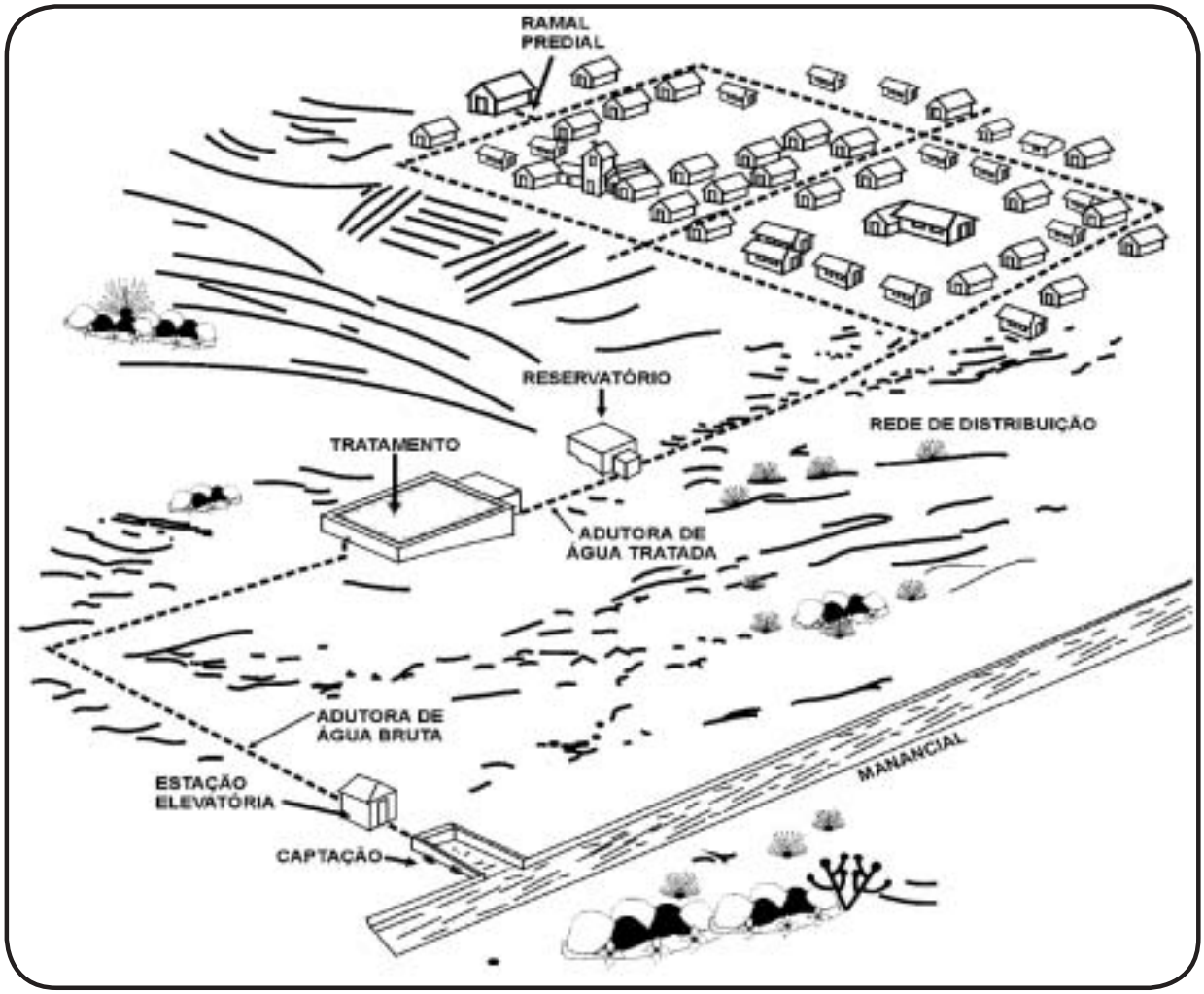
2.10.1. Partes constituintes do sistema público de abastecimento de água

Um sistema de abastecimento de água é composto das seguintes unidades (figura 34):

- manancial;
- captação;

- adução;
- tratamento;
- reservação;
- rede de distribuição;
- estações elevatórias;
- ramal predial.

Figura 34 — Unidades de um sistema de abastecimento de água



2.10.1.1. Manancial abastecedor

É a fonte de onde se retira a água com condições sanitárias adequadas e vazão suficiente para atender à demanda. No caso da existência de mais de um manancial, a escolha é feita considerando-se não só a quantidade e a qualidade mas, também, o aspecto econômico.

Nem sempre o que custa inicialmente menos é o que convém, já que o custo maior pode implicar em custo de operação e manutenção menor.

Na escolha de manancial, deve-se levar em consideração a qualidade da água, o consumo atual provável, bem como a previsão de crescimento da comunidade e a capacidade ou não de o manancial satisfazer a este consumo. Todo e qualquer sistema é projetado para servir, por certo espaço de tempo, denominado período de projeto.

Para que se possa fazer o cálculo do consumo provável, é necessário conhecer:

- população a ser abastecida:

Nos projetos, costuma-se fazer uma estimativa de população. Esta estimativa baseia-se em:

- população atual;
- número de anos durante os quais vai servir o projeto (período de projeto);
- taxa de crescimento da população.
  - consumo *per capita*;
  - variação diária de consumo;
  - número de horas de funcionamento do sistema.

2.10.1.2. Captação

É o conjunto de equipamentos e instalações utilizados para a tomada de água do manancial, com a finalidade de lançá-la no sistema de abastecimento. O tipo de captação varia de acordo com o manancial e com o equipamento empregado.

Foto 1 - Tomada direta com barragem de nível

2.10.1.3. Adução

Adutora é o conjunto de tubulações, peças especiais e obras de arte, dispostas entre:

- Captação e a Estação de Tratamento de Água (ETA);
- Captação e o reservatório de distribuição;
- Captação e a rede de distribuição;
- ETA e o reservatório de distribuição;
- ETA e a rede de distribuição.

A tubulação que deriva de uma adutora indo alimentar um setor qualquer da área a ser abastecida, é chamada subadutora.

a) classificação das adutoras:

- de acordo com a natureza da água transportada:
  - adutora de água bruta: transporta a água da captação até a Estação de Tratamento de Água;

    adutora de água tratada: transporta a água da Estação de Tratamento de Água até os reservatórios de distribuição;
- de acordo com a energia utilizada para o escoamento da água:
  - adutora por gravidade: quando aproveita o desnível existente entre o ponto inicial e o final da adução;
  - adutora por recalque: quando utiliza um meio elevatório qualquer (conjunto motobomba e acessórios);
  - mista: quando utiliza parte por recalque, e parte por gravidade;
- de acordo com o modo de escoamento:
  - adutora em conduto livre: mantém a superfície sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos podem ser abertos (canal) ou fechados. A água ocupa apenas parte da seção de escoamento, não funcionam a seção plena (totalmente cheios);
  - adutora em conduto forçado: a água ocupa a seção de escoamento por inteiro, mantendo a pressão interna superior à pressão atmosférica. Permite à água movimentar-se, quer em sentido descendente por gravidade quer em sentido ascendente por recalque, graças à existência de uma carga hidráulica;
- de acordo com a vazão de dimensionamento:
  - sistema com reservatório de distribuição;
- Adução contínua

$$Q = \frac{K1 \,.\, p \,.\, q \;\; (l/s)}{86.400}$$

- Adução Intermitente

$$Q = \frac{K1 \cdot p \cdot q \ \ (l/s)}{3.600 \cdot N^*}$$

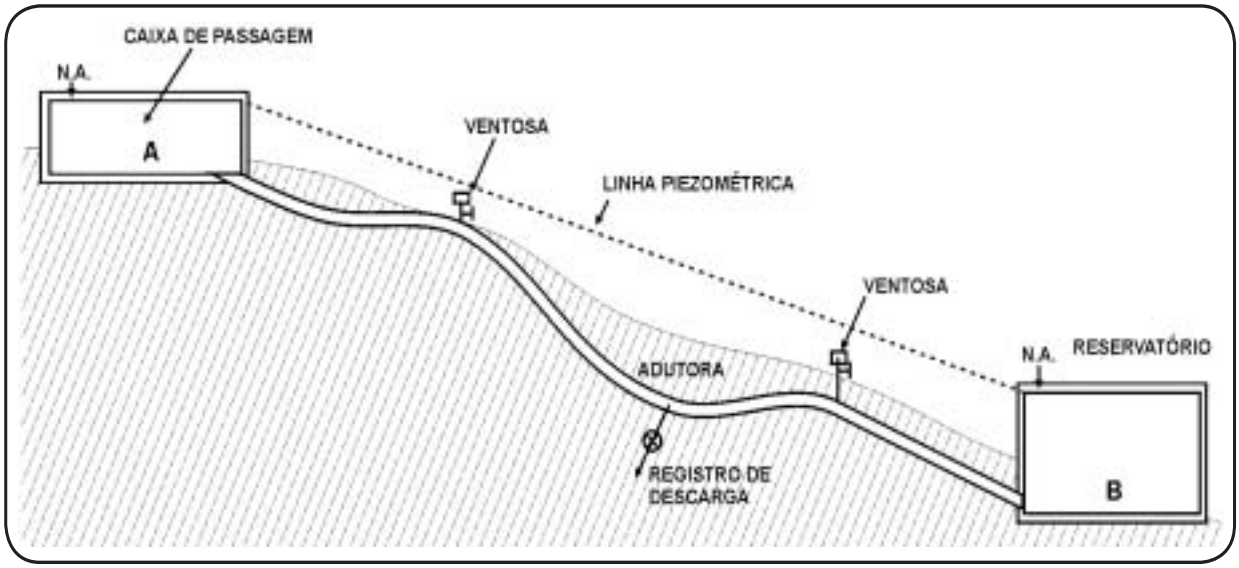
*N = número de horas de funcionamento do sistema.

a) Sistema sem reservatório de distribuição

$$Q = K1 \cdot K2 \cdot p \cdot q \ (l/dia)$$

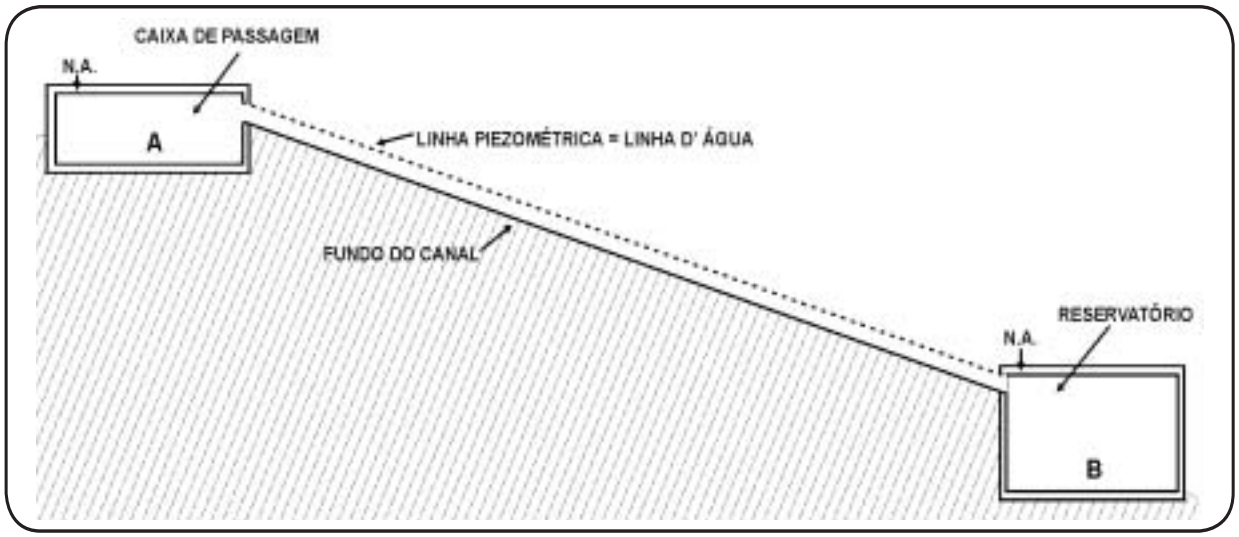
Onde: Q = vazão a ser aduzida;
l/s = litros por segundo;
K1 = coeficiente do dia de maior consumo;
K2 = coeficiente da hora de maior consumo;
p = população de projeto;
l/dia = litros por dia;
q = consumo per capita (l/hab.dia).

Figura 35 — Adutora por gravidade em conduto forçado



Conduto forçado — aquele em que a água ocupa totalmente a seção de escoamento, com pressão interna superior à pressão atmosférica. Graças à existência de uma carga hidráulica a água pode mover-se em sentido descendente ou ascendente.

Figura 36 — Adutora por gravidade em conduto livre



Conduto livre — aquele em que a água escoa sempre em sentido descendente, mantendo uma superfície livre sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos não funcionam com seção plena (totalmente cheios), podendo ser abertos ou fechados.

Figura 37 — Adutora por gravidade em conduto forçado e livre

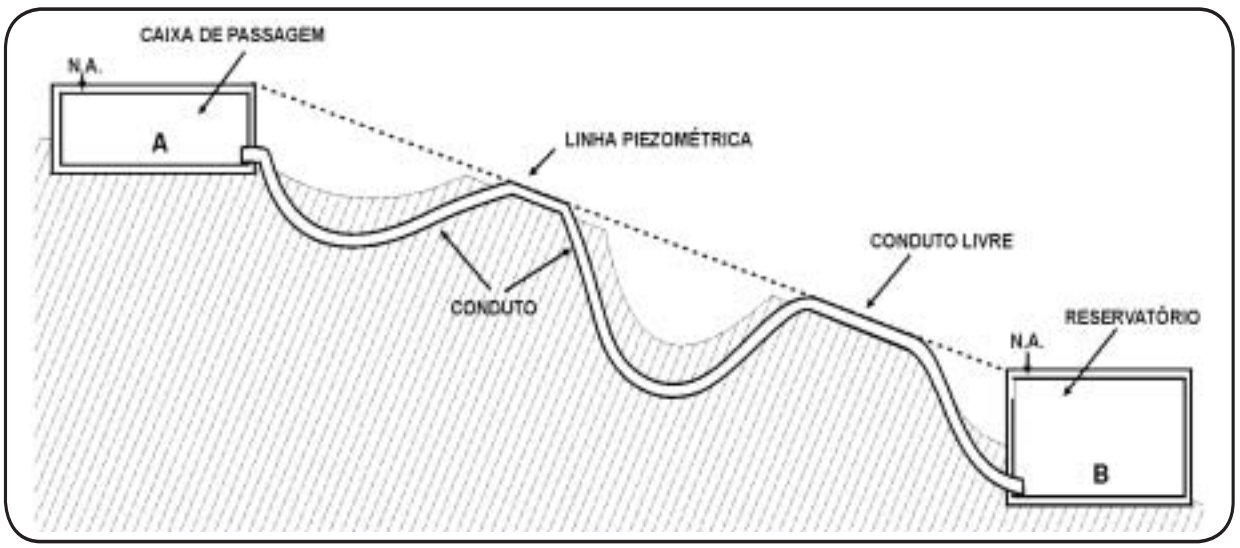
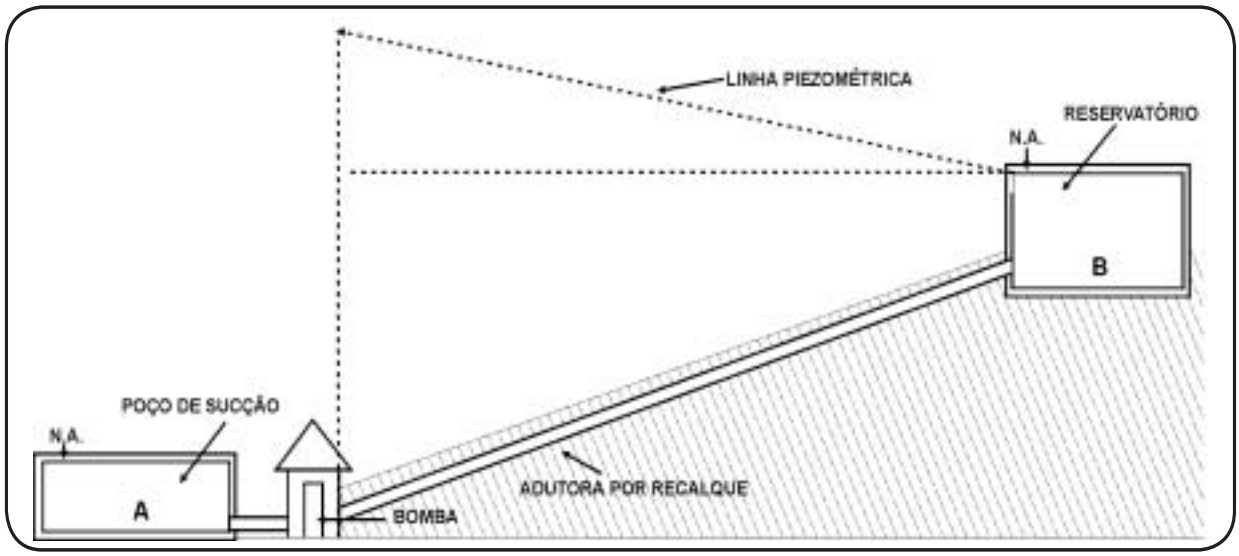


Figura 38 — Adutora por recalque



- materiais das tubulações mais utilizadas na construção de adutoras:
  - PVC de alta pressão;
  - ferro fundido, cimentado internamente;
  - aço soldado;
  - aço com junta ponta e bolsa, junta travada, etc.;
  - concreto armado;
  - fibra de vidro impregnado em resinas de poliester;
  - polietileno de alta densidade (Pead).

2.10.1.4. Tratamento

A qualidade físico-química e bacteriológica da água obtida no manancial, definirá o método de tratamento necessário para atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 1.469/2000 do Ministério da Saúde.

2.10.1.4.1. Tratamento da água

O tratamento de água consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.

As águas de superfície são as que mais necessitam de tratamento, porque se apresentam com qualidades físicas e bacteriológicas impróprias, com exceção das águas de nascentes que, com uma simples proteção das cabeceiras e cloração, podem ser, muitas vezes, consumidas sem perigo.

As águas de grandes rios, embora não satisfazendo pelo seu aspecto físico, podem ser relativamente satisfatórias, sob os pontos de vista químico e bacteriológico, quando captadas ou colhidas em locais do rio menos sujeitos à contaminação.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente pela Resolução nº 20, de 16 de junho de 1986, classificou as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, segundo seus usos preponderantes.

Portanto, a definição da necessidade ou do método de tratamento a ser implantado, deve obedecer à classificação das águas estabelecidas pela Resolução Conama nº 20 de 16.6.1986.

De modo geral, a qualidade das águas de superfície varia ao longo do tempo, de acordo com a época do ano e o regime das chuvas. A variação da qualidade da água dos grandes rios é mais lenta que a dos pequenos rios, cuja turbidez, por exemplo, pode variar entre largos limites e em curto espaço de tempo. Mesmo a qualidade da água de lagos artificiais ou de lagos naturais varia com o decorrer do tempo.

Nem toda água pode ser utilizada, por que cada método de tratamento tem eficiência limitada. Sendo a poluição muito alta, a água tratada poderá não ser ainda satisfatória. Assim, por exemplo, não é possível, nem prático, tratar água de esgotos por métodos convencionais, a ponto de torná-la potável.

2.10.1.4.2. Métodos de tratamentos

a) fervura

O método mais seguro de tratamento para a água de beber, em áreas desprovidas de outros recursos, é a fervura. Ferver a água para beber é um hábito que se deve infundir na população para ser adotado quando sua qualidade não merece confiança e em épocas de surtos epidêmicos ou de emergência.

A água fervida perde o ar nela dissolvido e, em consequência, torna-se de sabor desagradável. Para fazer desaparecer esse sabor, é necessário arejar a água.

b) sedimentação simples

A água tem grande poder de dissolver e de carrear substâncias.

O poder de carrear substâncias aumenta ou diminui com a velocidade da água em movimento. Diminuindo-se a velocidade da água, diminui-se seu poder de carrear substâncias, pois estas se depositam no fundo. Primeiro, decantam-se as partículas mais pesadas e, à medida que diminui a velocidade, as mais leves também se decantam. As partículas sólidas que se depositam arrastam consigo microorganismos presentes na água, melhorando sua qualidade. Obtém-se a sedimentação, fazendo passar ou retendo a água em reservatórios, onde sua velocidade diminui.

A sedimentação pode ser conseguida em canais, se lhe aumentar a seção sem aumentar o volume da água. Isto em conseqüência de que:

Q = SV, onde:

$$V = \frac{Q}{S}$$

mantendo Q e aumentando S, diminui V;

Sendo:

V = velocidade;

S = área da seção; e

Q = vazão.

Quando a água é captada em pequenas fontes superficiais, deve-se ter uma caixa de areia antes da tomada. A função dessa caixa é decantar a areia, protegendo a tubulação, as bombas, etc., contra a obstrução e o desgaste excessivo. Mesmo os filtros lentos devem ser protegidos por caixas de areia.

c) filtração lenta

É um método de tratamento da água, adotado principalmente para comunidades de pequeno porte, cujas águas dos mananciais apresentam baixos teores de turbidez e cor (menor que 50UT).

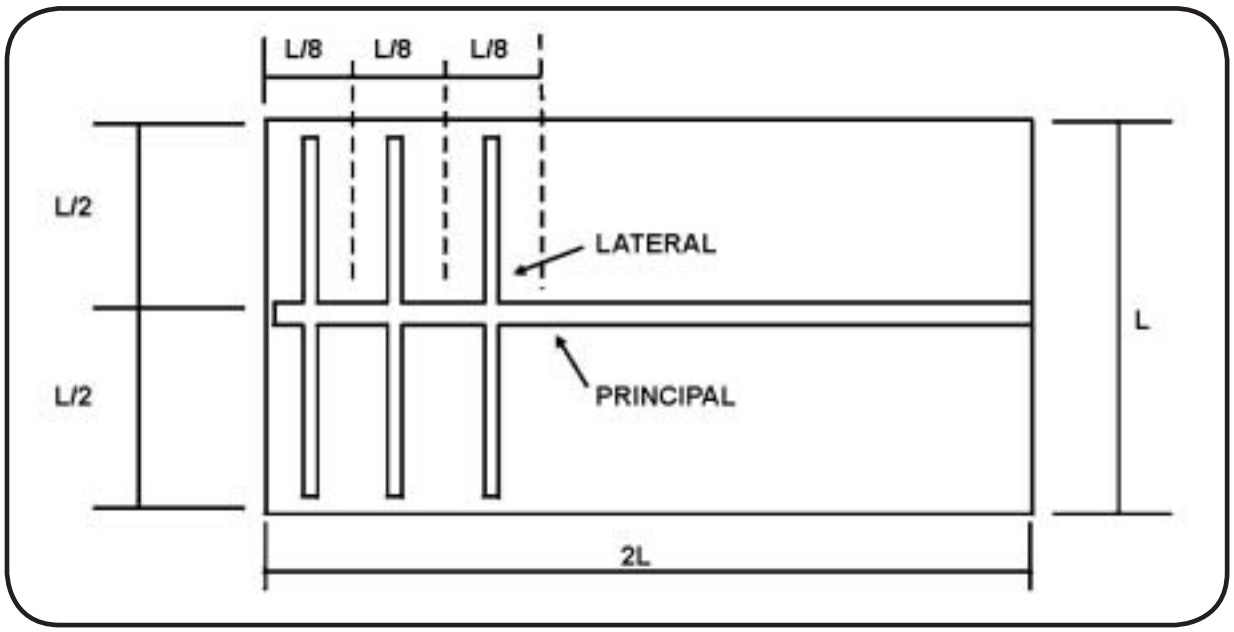
O processo consiste em fazer a água passar através de um meio granular com a finalidade de remover impurezas físicas, químicas e biológicas.

- mecanismos que atuam na filtração:
  - Ação mecânica de coar: retenção das partículas maiores nos interstícios existentes entre os grãos de areia:
    - ➢ sedimentação: reposição de partículas sobre a superfície dos grãos de areia;
    - ➢ ação Biológica: feita por uma camada gelatinosa (Schumtzdecke) formada pelo desenvolvimento de certas variedades de bactérias, que envolvem os grãos de areia na superfície do leito, que por adsorção retém microorganismos e partículas finamente divididas.
- aspectos construtivos:
  - taxa de filtração:
    - ➢ **Funasa**: 3m^3 a 5m^3/m^2.dia;
    - ➢ Arboleda: 6m^3 a 9m^3/m^2.dia;
    - ➢ ABNT: não sendo possível determinar experimentalmente, a taxa de filtração a ser adaptada não deve ser superior a 6m^3/m^2.dia.
  - sistema de drenagem:

Situado no fundo do filtro tem por objetivo coletar e conduzir para fora do filtro a água filtrada.

Constitui-se de um dreno principal, passando pelo centro do filtro, o qual recebe os drenos laterais (figura 39).

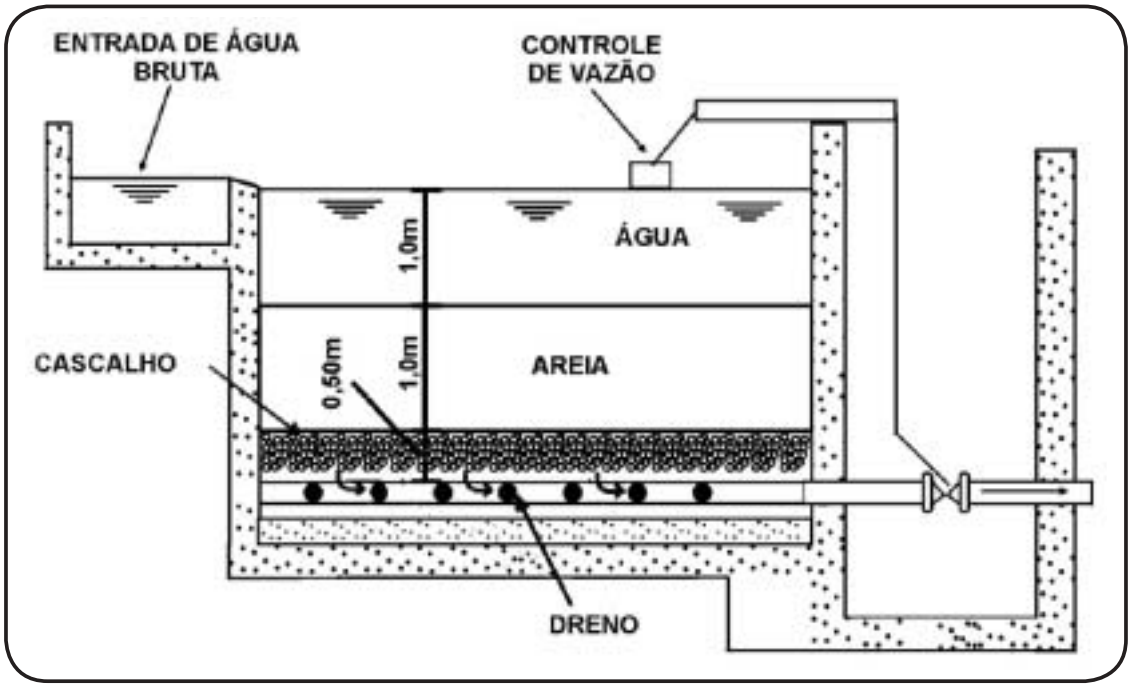
Figura 39 — Sistema de drenagem



Fonte: Cetesb, 1987.

- camada suporte (seixos rolados)
  - ➢ altura : 0,30m
  - ➢ tamanho : 2″ a 3/4″ 17,5cm
    3 /4″ a 3/8″ 7,5cm
    Pedrisco 5,0cm
- leito de areia:
  - ➢ espessura: entre 0,90m e 1,20m;
  - ➢ granulométrica: tamanho efetivo entre 0,25mm e 0,35mm coeficiente de uniformidade menor que 3.
- altura da lâmina de água sobre o leito filtrante:
  - ➢ geralmente entre 0,90m 1,20 metros.

Figura 40 — Corte do filtro lento detalhado



Fonte: Adaptado Barros 1995.

- aspectos operacionais

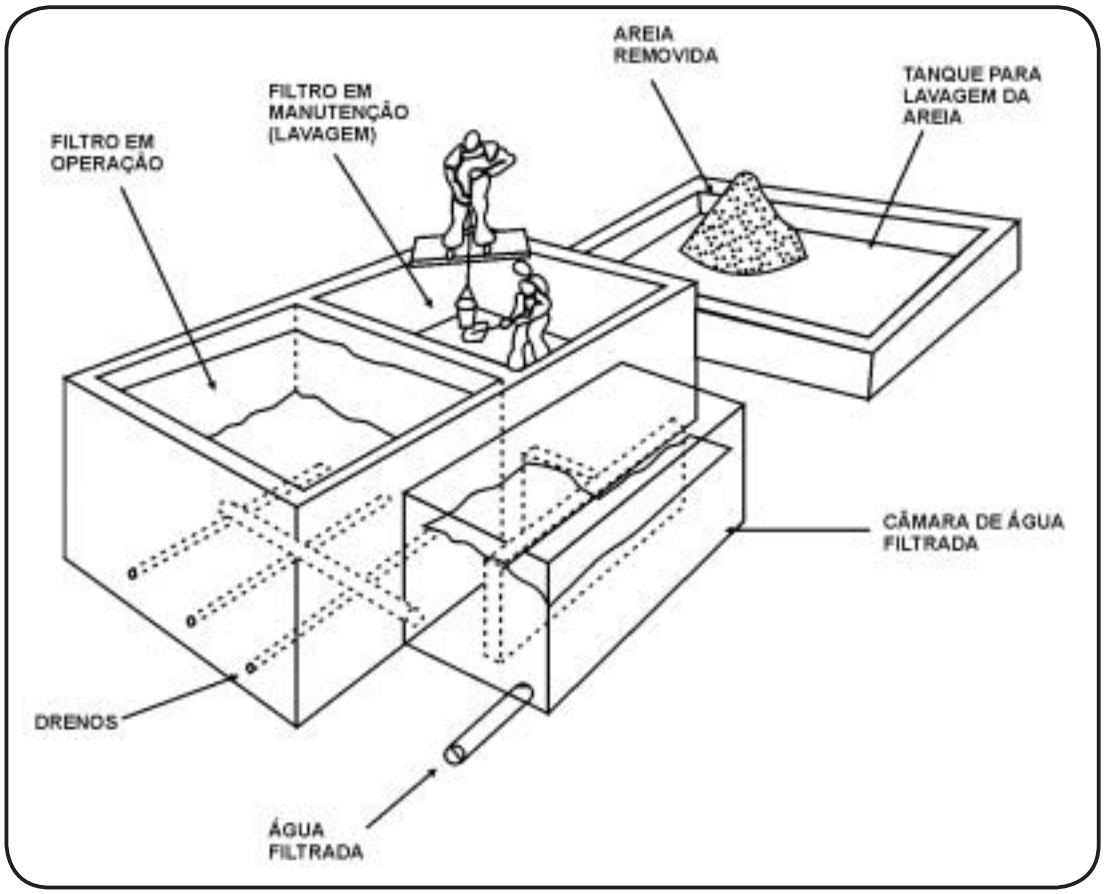
A entrada e saída da água nos filtros é controlada por meio de registros, devendo-se ter o cuidado de manter uma camada de água sobre a areia.

No início da filtração, com a areia ainda limpa, a formação da camada gelatinosa só se processará após alguns dias de operação. Portanto, durante este período, maiores cuidados deverão ser tomados quanto à desinfecção da água filtrada.

Com o prosseguimento da filtração, a camada superior da areia vai se sujando cada vez mais, diminuindo, em conseqüência, a vazão da água filtrada.

Quando esta vazão cai consideravelmente, deve-se proceder à limpeza do filtro. Faz-se a limpeza do filtro, removendo-se uma camada de dois a três centímetros da areia. Quando a camada de areia nos filtros atingir 0,70m de altura, recoloca-se a areia retirada, depois de totalmente lavada (figura 41).

Figura 41 — Limpeza do filtro lento



Fonte: Vianna, 1992.

- vantagens dos filtros lentos:
  - operação simples;
  - custos operacionais baixos;
  - boa eficiência na remoção de microorganismos patogênicos;
  - boa eficiência na remoção de turbidez.
- desvantagens dos filtros lentos:
  - ocupam grandes áreas;
  - necessidade periódica de remoção e lavagem da areia;
  - possibilidade de degradação do manancial com o tempo, alterando as características físico-químicas iniciais da água (aumento excessivo da turbidez).

Tabela 6 —Tabela de Hazen para dimensionamento de drenos para filtros lentos

Diâmetro do dreno principal em polegadas	Taxa de Filtração m^3/m^2.dia			
	2,8	3,75	4,70	5,60
Relação aproximada da área de seção do filtro para a área do dreno principal.	6.300	5.600	5.100	4.700

Exemplo: Se temos um filtro cuja área é de 274m^2 e desejamos ter uma taxa de filtração de 3,75m^3/m^2.dia, a área do dreno principal deverá ser:

$$S = \frac{274m^2}{5.600} = 0,049m^2$$ ou seja 10 polegadas de diâmetro interno (10″)

Tabela 7 — Tabela de Hazen para dimensionamento de drenos para filtros lentos

Diâmetro dos drenos, em polegadas	Taxa de filtração m^3/m^2.dia			
	2,8	3,75	4,70	5,60
	Área máxima de filtro drenado (m^2)			
Dreno lateral de 2″	7,4	6,5	6,5	5,5
Dreno lateral de 3″	16,8	14,9	14,9	12,8
Dreno lateral de 4″	30,1	26,8	26,8	22,8
Dreno principal de 10″	320	280	250	250
Dreno principal de 12″	455	400	360	360
Dreno principal de 15″	720	640	575	575

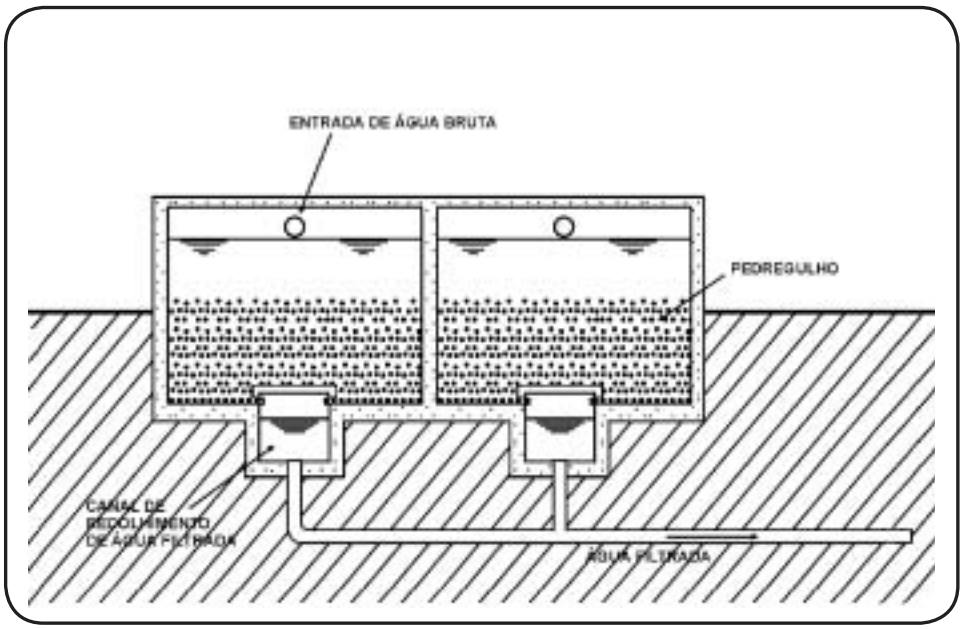
Em alguns sistemas utiliza-se como pré-tratamento para a filtração lenta o pré-filtro (figura 42) que elimina algumas impurezas, especialmente sólidas, e remove parte da carga bacteriológica da água bruta, onde parte dos organismos são removidos conjuntamente com os sólidos.

São localizados normalmente junto às captações.

Podem ser classificados segundo a direção e o sentido do fluxo, em:

- pré-filtro de fluxo horizontal;
- pré-filtro de fluxo vertical descendente;
- pré-filtro de fluxo vertical ascendente.
- tratamento convencional com coagulação§, floculação, decantação e filtração rápida (figura 43).

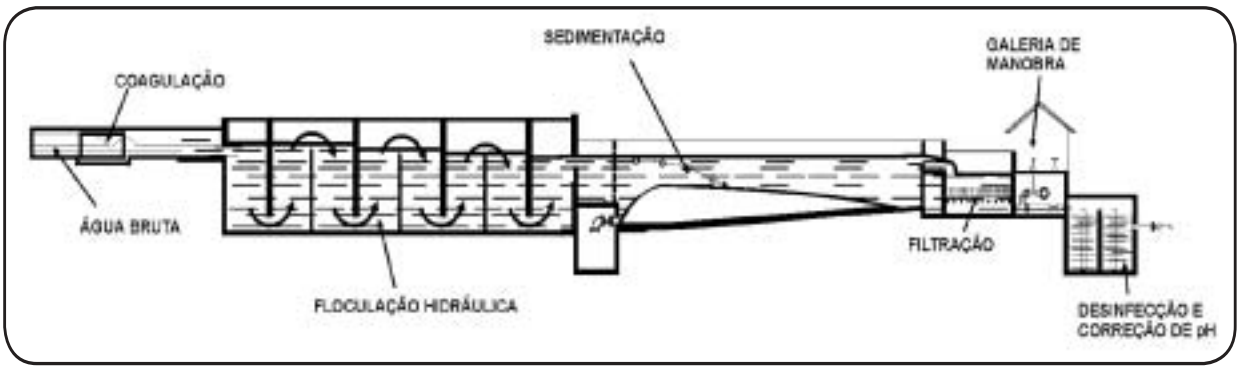
Figura 42 — Corte de um pré-filtro



Fonte: Barros, et al., 1995.

As águas que possuem partículas finamente divididas em suspensão e partículas coloidais, necessitam de um tratamento químico capaz de propiciar sua deposição, com um baixo período de detenção. Este tratamento é realizado provocando-se a coagulação, sendo geralmente empregado o sulfato de alumínio ou o sulfato ferroso. O sulfato de alumínio normalmente é o produto mais utilizado, tanto pelas suas propriedades, como pelo seu menor custo (figura 43).

Figura 43 — Seqüência do tratamento clássico ou convencional

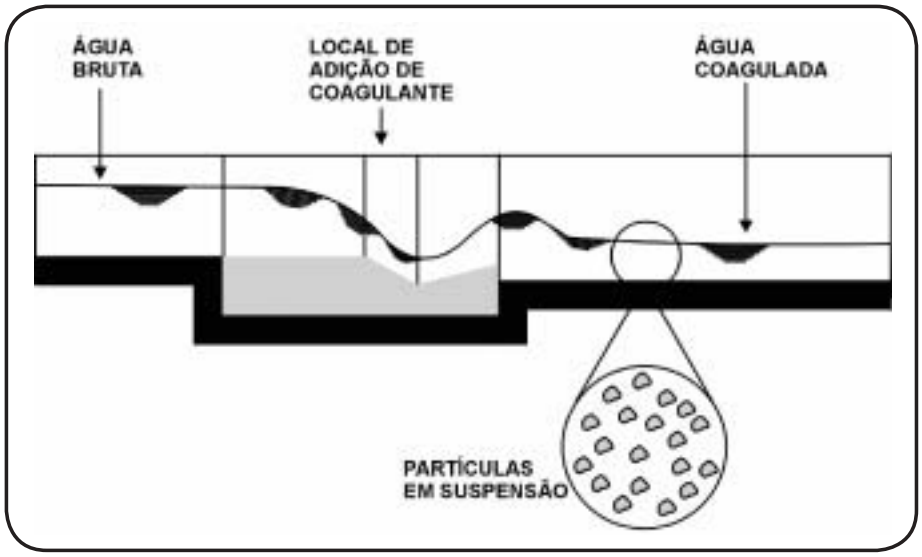


Fonte: Barros et al., 1995.

- tratamento utilizando coagulante
  - mistura rápida

Geralmente é feita no medidor Parshall, ou também por um vertedor. Este ponto é muito bom para adição dos compostos químicos, em função da turbulência da água nesse local (figura 44).

Figura 44 — Coagulação



Fonte: Barros et al., 1995.

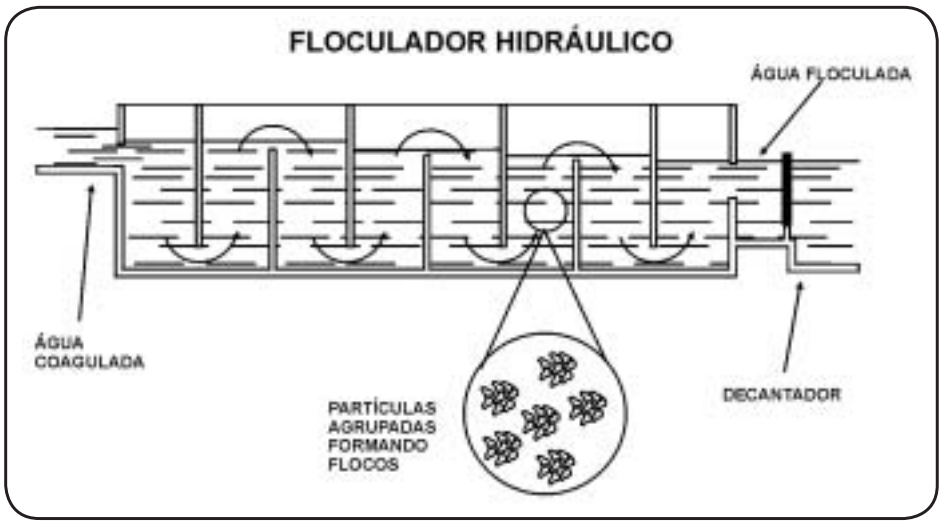
- mistura lenta ou floculação

Os compostos químicos já completamente misturados anteriormente, vão reagir com a alcalinidade da água, ou se esta não é suficiente, com a cal adicionada, formando compostos que tenham propriedades de adsorção, isto é, aqueles cujas partículas sejam carregadas eletricamente na sua superfície, e que possam, assim, atrair cargas elétricas contrárias. Essas partículas são chamadas flocos e tem cargas elétricas superficiais positivas, enquanto que as impurezas presentes na água, como as matérias suspensas, as coloidais, alguns sais dissolvidos e bactérias, tem carga elétrica negativa, sendo, assim, retidas por aqueles flocos.

Isto significa, que a fase de limpeza em um tratamento d'água, se processa no floculador, e esta parte deve ser bem conduzida, pois é da boa formação dos flocos, que devem ser do tamanho de uma cabeça de alfinete, que dependerá o consumo dos agentes floculadores chamados coagulantes e, também, a eficiência e melhores condições de funcionamento das outras partes.

A água deve ter ao longo dos canais, uma velocidade bem dimensionada, pois se for abaixo de um mínimo (10cm/seg), o floco depositará, e se for muito alta, poderá "quebrar" o floco, o que irá prejudicar bastante as condições nas fases subseqüentes (geralmente acima de 30cm/seg) (figura 45).

Figura 45 — Floculação



Fonte: Barros et al., 1995.

- decantação ou sedimentação

Os flocos do coagulante que já clarificaram a água pelos processos ocorridos no floculador, irão, nessa nova fase, ser removidos da água por sedimentação. Podem ser decantadores convencionais (baixa taxa) e decantadores com escoamento laminar (elementos tubulares ou de placas) denominados decantadores de alta taxa.

O decantador convencional é um tanque de forma geralmente retangular ou circular, cujo fundo é muitas vezes inclinado para um ou mais pontos de descarga (figura 46).

A saída da água é feita junto à superfície, e comumente por calhas dispostas, formando desenhos diversos e sobre cujos bordos superiores a água flui, constituindo esses bordos autênticos vertedouros.

As dimensões do decantador são determinadas de maneira que:

- o tempo de decantação seja geralmente em torno de duas a três horas.
- nos decantadores retangulares, o comprimento seja mais ou menos três vezes a largura.
- a profundidade seja de um mínimo de 2,5 metros e de um máximo de 5,50m. Depósitos de lodo são geralmente previstos no fundo dos decantadores, sendo o volume deles adicionado àquele necessário para obter o período de detenção.

O dispositivo comumente usado para dispersar melhor a água na entrada do decantador, é chamado cortina de distribuição, na qual são abertos orifícios acima do primeiro terço, a partir do fundo, geralmente em três fileiras, favorecendo, assim, a melhor distribuição do líquido.

A função do decantador, em um tratamento de água, ou de águas residuais, é como dissemos, o de permitir que os flocos que já clarificaram a água se sedimentem.

Comuns na operação de decantadores são os termos: Vazão por Unidade de Superfície e Velocidade Transversal de Escoamento.

- vazão por unidade de superfície: é o volume de água tratada por dia, dividido pela área de superfície do decantador.
- vazão de escoamento: é a vazão, em m^3/seg, dividida pela área de escoamento, isto é, pelo produto da largura pela altura útil.

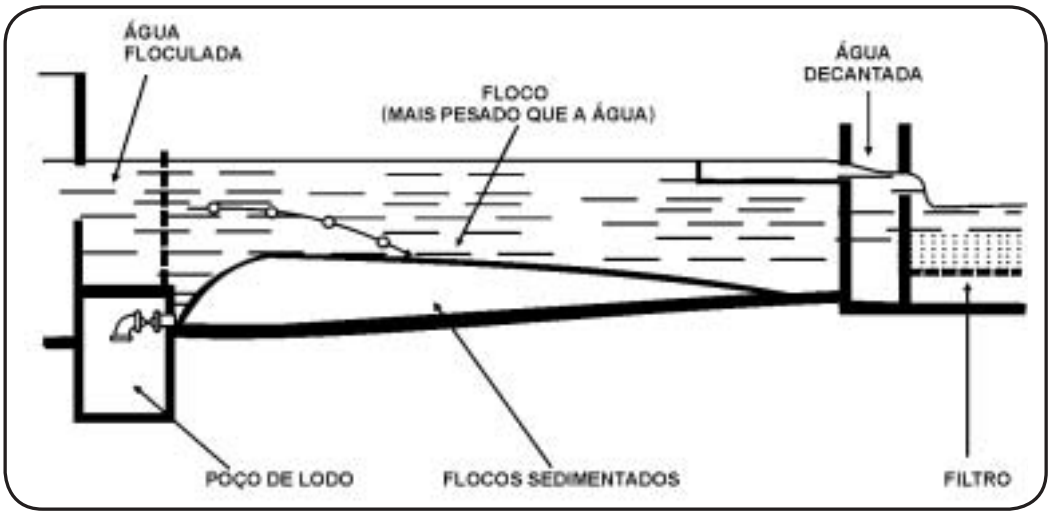
• limpeza dos decantadores

Deve ser feita periodicamente, dependendo da regularidade da natureza da água, da quantidade de coagulante gasto, e da estação do ano, pois na época das chuvas ela deve ser bem mais freqüente.

Nos sistemas em que a limpeza não é mecanizada ou automática, ela é feita esvaziando-se o decantador e removendo-se a sujeira com jato de água, de preferência tendo bastante pressão.

A falta de uma limpeza periódica faz com que o período de detenção se torne menor, prejudicando as condições de operação, e faz com que o lodo do fundo se decomponha, conferindo sabor desagradável à água.

Figura 46 — Sedimentação (Tanque de Sedimentação Decantador)



Fonte: Barros et al., 1995.

• filtração

A grande maioria das partículas ficam retidas no decantador, porém, uma parte ainda persiste em suspensão, no seio da água; desta forma, o líquido é feito passar através de uma camada filtrante, constituída por um leito arenoso, de granulometria especificada, suportada por uma camada de cascalho.

A água filtrada, numa operação bem conduzida, é límpida. A remoção de bactérias neste estágio já é, no mínimo, igual a 90% . Fator influente na velocidade de filtração, é a

granulometria da areia, isto é, o tamanho de seus grãos. De acordo com essa granulometria, a filtração pode ser lenta ou rápida.

Com relação à filtração rápida, os filtros podem ser de camada simples ou dupla, de fluxo ascendente ou descendente (figura 47) sendo os de fluxo ascendente sempre de camada simples.

A norma da ABNT nº NB-592, referente a "Projeto de Estação de Tratamento de Água para abastecimento público de água", estabelece:

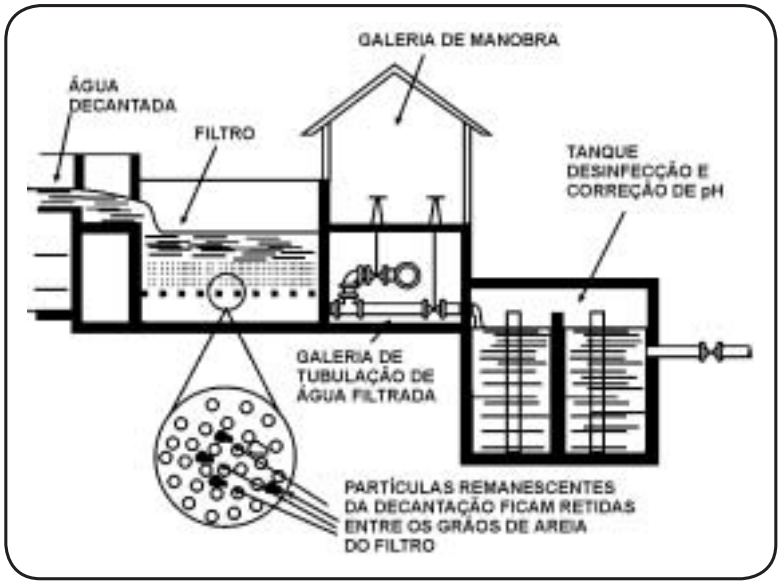
- que a taxa de filtração e as características granulométricas dos materiais filtrantes sejam determinados com base em ensaios em filtro piloto;
- quando os ensaios não puderem ser realizados, a norma estabelece:

• taxas máximas de filtração

- para filtro de camada simples: 180m3/m2 x dia;
- para filtro de camada dupla: 360m3/m2 x dia.

Observação: Em caso de filtros de fluxo ascendente, a taxa de filtração deve ser de 120m^3/m^2 x dia.

Figura 47 — Filtração rápida descendente


GALERIA DE MANOBRA
ÁGUA DECANTADA
FILTRO
TANQUE DESINFECÇÃO E CORREÇÃO DE pH
GALERIA DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA FILTRADA
PARTÍCULAS REMANESCENTES DA DECANTAÇÃO FICAM RETIDAS ENTRE OS GRÃOS DE AREIA DO FILTRO

Fonte: Barros et al., 1995.

• camadas filtrantes

A camada filtrante simples deve ser constituída de areia, com espessura mínima de 45cm, tamanho efetivo de 0,45mm a 0,55mm e coeficiente de uniformidade de 1,4 a 1,6 (figura 48).

Nota: Em caso de filtro de fluxo ascendente, pode-se utilizar camada filtrante com espessura mínima de 2,0m tamanho efetivo de 0,7mm a 0,8mm e coeficiente de uniformidade inferior ou igual a 2.

A camada filtrante dupla deve ser constituída de camadas sobrepostas de areia e antracito, utilizando a especificação básica seguinte:

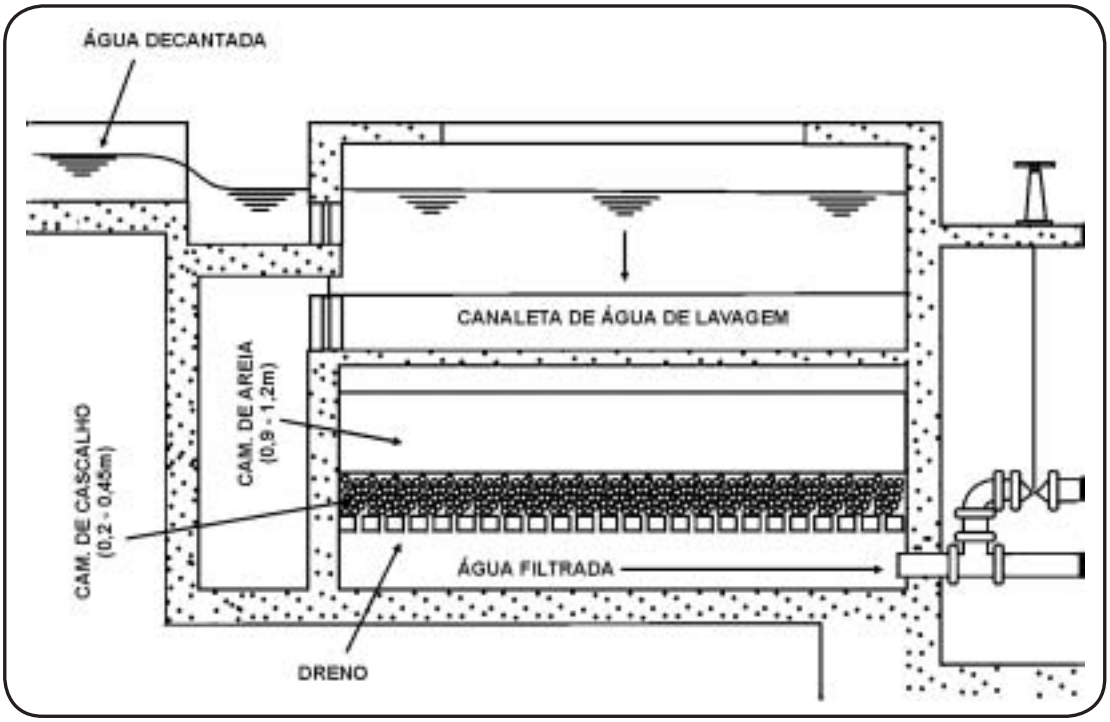
- areia:
  - espessura minha de camada, 25cm;

    tamanho efetivo, de 0,40mm a 0,45mm;
  - coeficientes de uniformidade, de 1,4 a 1,6.
- antracito:
  - espessura mínima de camada, 45cm;
  - tamanho efetivo, de 0,8mm a 1,0mm;
  - coeficiente de uniformidade, inferior ou igual a 1,4.

- a camada suporte deve ser constituída de seixos rolados, com as seguintes características:
  - espessura mínima igual ou superior a duas vezes a distância entre os bocais do fundo do filtro, porém não inferior a 25cm;
  - material distribuído em estratos com granulometria decrescente no sentido ascendente, espessura de cada estrato igual ou superior a duas vezes e meia a dimensão característica dos seixos maiores que o constituem, não inferior, porém, a 5cm;
  - cada estrato deve ser formado por seixos de tamanho máximo superior ou igual ao dobro do tamanho dos menores;
  - os seixos maiores de um estrato devem ser iguais ou inferiores aos menores do estrato situado imediatamente abaixo;
  - estrato situado diretamente sobre os bocais deve ser constituído de material cujos seixos menores tenham o tamanho pelo menos igual ao dobro dos orifícios dos bocais e dimensão mínima de 1cm;
  - estrato em contato direto com a camada filtrante deve ter material de tamanho mínimo igual ou inferior ao tamanho máximo do material da camada filtrante adjacente.
- o fundo do filtro deve ter características geométricas e hidráulicas que garantam a distribuição uniforme da água de lavagem.
  - nos filtros rápidos clássicos, a água filtrada é recolhida por um sistema de drenos ou bocais e levada à câmara de contato, onde é desinfectada; parte da água vai para o consumo e parte é recalcada para um reservatório de água de lavagem;

- para fazer a limpeza dos filtros, fecha-se a admissão da água dos decantadores e da água filtrante; e abre-se a admissão do reservatório de água de lavagem; é a operação chamada de inversão de corrente. A água de lavagem penetra sob pressão através dos drenos, revolve a areia e carrega a sujeira acumulada para os canais de descarga de água de lavagem. Ao término da lavagem dos filtros, fecha-se a admissão da água do reservatório de lavagem, abre-se a da água dos decantadores e inicia-se novamente a filtração com a abertura do registro da água filtrada.

Figura 48 — Corte de filtro rápido descendente



Fonte: Barros et al., 1995.

Foto 2 — Estação de tratamento de água convencional — capacidade 5l/s
São Pedro do Avaí - Manhuaçu/MG

e) aeração

A água retirada de poços, fontes ou regiões profundas de grandes represas, pode ter ferro e outros elementos dissolvidos, ou ainda ter perdido o oxigênio em contato com as camadas que atravessou e, em conseqüência, seu gosto é desagradável. Torna-se necessário, portanto, arejá-la para que melhore sua qualidade.

A aeração é também usada para a melhoria da qualidade biológica da água e como parte de tratamentos mais completos.

Para as pequenas instalações, a aeração pode ser feita no próprio reservatório de água; basta que este seja bem ventilado e que, ao passar para o reservatório, a água seja forçada a uma queda livre.

- métodos de aeração

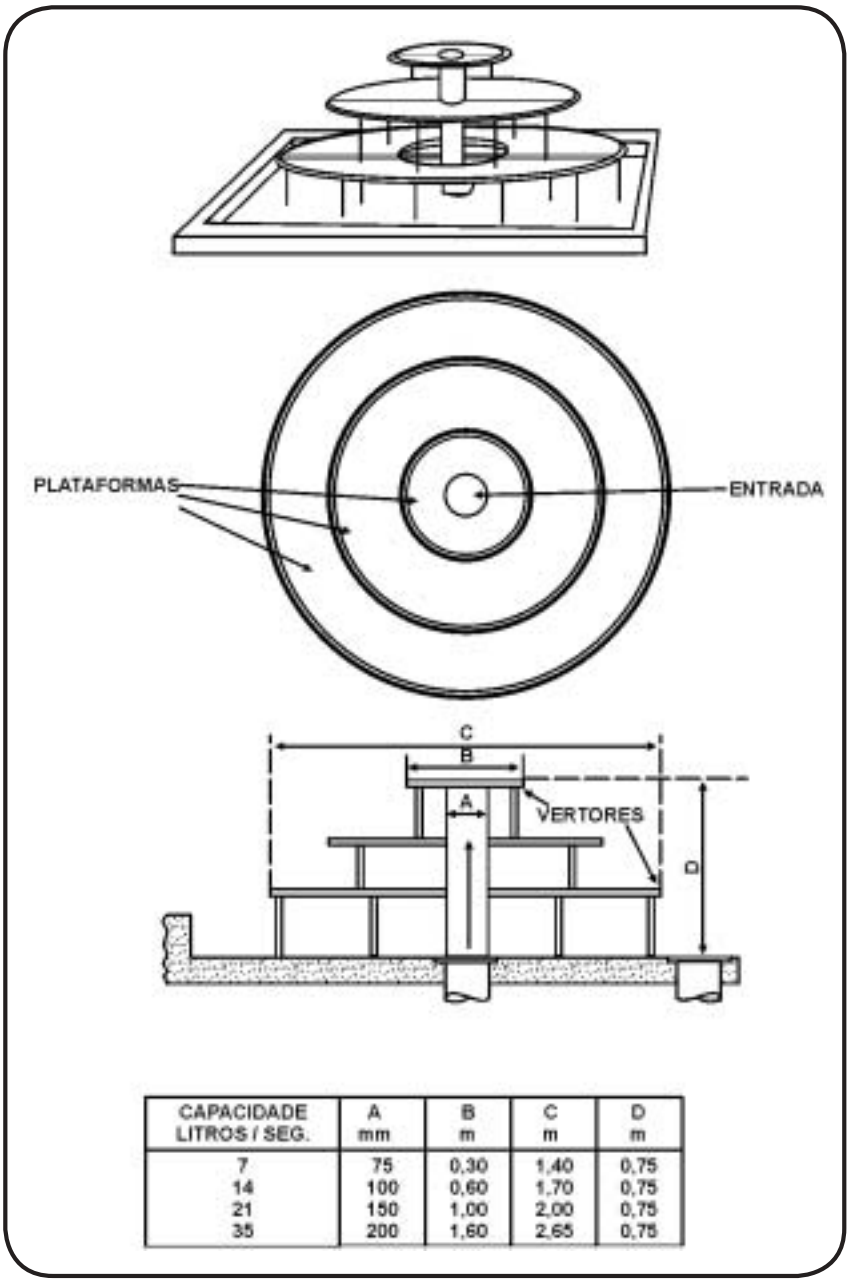
A aeração pode ser obtida, provocando a queda da água sobre bandejas ou tabuleiros, nas quais exista cascalho ou pedra britada. A água sai de uma fonte no topo do conjunto de bandejas e as atravessa sucessivamente até ser recolhida na mais baixa (figura 50).

Pode dar-se ainda pelo sistema de cascatas, fazendo a água tombar sucessivamente sobre diversos degraus (figura 49).

Pode ser obtida, levando-a a sair de bocais sob a forma de jato, recebendo oxigênio quando em contato com o ar.

E finalmente, a aeração também pode ser feita pelos aeradores por borbulhamento que consistem, geralmente, de tanques retangulares, nos quais se instalam tubos perfurados, placas ou tubos porosos difusores que servem para distribuir ar em forma de pequenas bolhas. Essas bolhas tendem a flutuar e escapar pela superfície da água. A relação largura-profundidade deve manter-se inferior a dois. A profundidade varia entre 2,75m e 4,50m. O comprimento do tanque é calculado em função do tempo de permanência que varia entre 10 a 30 minutos. A quantidade de ar varia entre 75 e 1.125 litros por metro cúbico de água aerada.

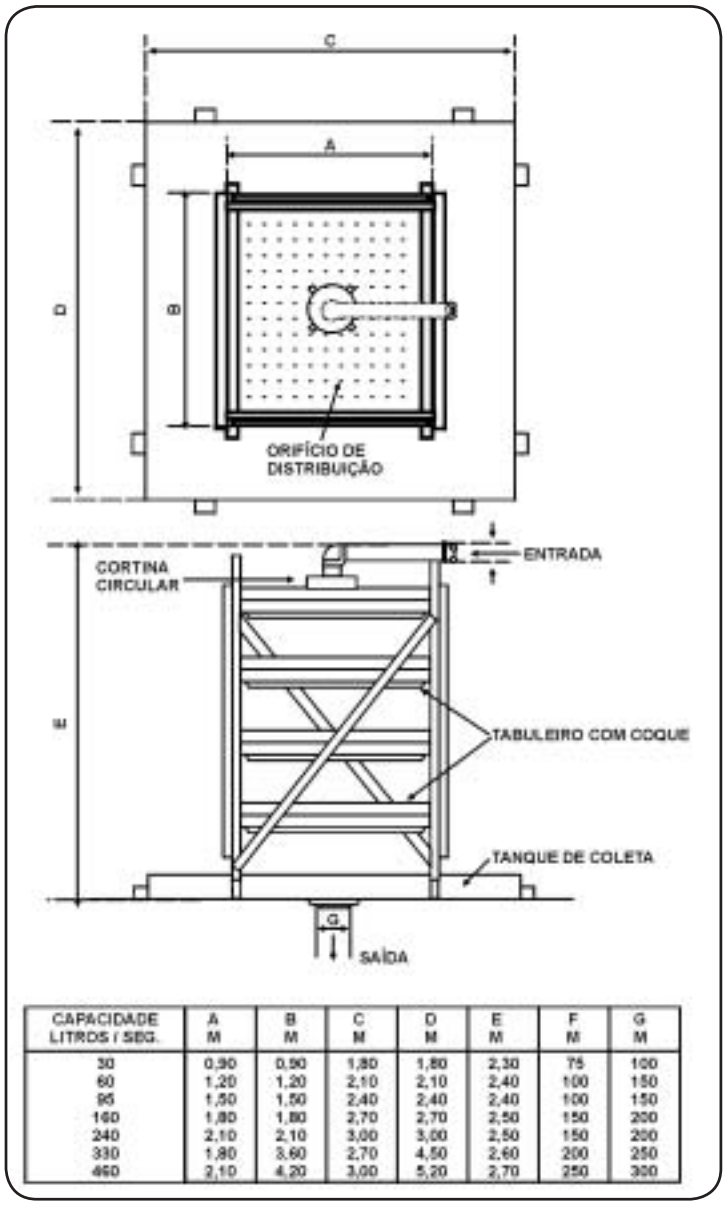
Figura 49 — Aerador de cascata



CAPACIDADE LITROS / SEG.	A mm	B m	C m	D m
7	75	0,30	1,40	0,75
14	100	0,60	1,70	0,75
21	150	1,00	2,00	0,75
35	200	1,60	2,65	0,75

Fonte: Cetesb, 1987.

Figura 50 — Aerador de tabuleiros ou bandejas



CAPACIDADE LITROS / SEG.	A M	B M	C M	D M	E M	F M	G M
30	0,90	0,90	1,80	1,80	2,30	75	100
60	1,20	1,20	2,10	2,10	2,40	100	150
95	1,50	1,50	2,40	2,40	2,40	100	150
160	1,80	1,80	2,70	2,70	2,50	150	200
240	2,10	2,10	3,00	3,00	2,50	150	200
330	1,80	3,60	2,70	4,50	2,60	200	250
460	2,10	4,20	3,00	5,20	2,70	250	300

Fonte: Cetesb, 1987.

f) correção da dureza

A dureza da água é em virtude da presença de sais de cálcio e magnésio sob forma de carbonatos, bicarbonatos e sulfatos.

A Dureza é dita temporária, quando desaparece com o calor, e permanente, quando não desaparece com o calor.

Normalmente, reconhece-se que uma água é mais dura ou menos dura, pela maior ou menor facilidade que se tem de obter, com ela, espuma de sabão.

A água dura tem uma série de inconvenientes:

- é desagradável ao paladar;
- gasta muito sabão para formar espuma;
- dá lugar a depósitos perigosos nas caldeiras e aquecedores;
- deposita sais em equipamentos;
- mancha louças.

Para a remoção de dureza da água, usam-se os processos da cal-solda , dos zeólitos e mais recentemente a osmose inversa. Os zeolitos têm a propriedade de trocar o sódio, que entra na sua composição, pelo cálcio ou magnésio dos sais presentes na água, acabando, assim com a dureza da mesma. Com a continuação do tratamento, os zeólitos esgotam sua capacidade de remoção de dureza.

Quando os zeólitos estiverem saturados, sua recuperação é feita com sal de cozinha (cloreto de sódio). A instalação da remoção de dureza é similar à de um filtro rápido de pressão (filtro rápido encerrado em um recipiente de aço, onde a água entra e sai sob pressão).

A osmose é um fenômeno natural físico-químico. Quando duas soluções, com diferentes concentrações, são colocadas em um mesmo recipiente separado por uma membrana semi-permeável, onde ocorre naturalmente a passagem do solvente da solução mais diluída para a solução mais concentrada, até que se encontre o equilíbrio. Neste ponto a coluna de solução mais concentrada estará acima da coluna da solução mais diluída. A esta diferença entre colunas de solução se denomina Pressão Osmótica. A Osmose Inversa é obtida pela aplicação mecânica de uma pressão superior à Pressão Osmótica do lado da solução mais concentrada.

A tecnologia de osmose inversa já utilizada desde a década de 1960, teve seu mecanismo integrado para a produção de água ultrapura, utilizada na indústria a partir de 1976. Esta primeira geração de membranas demonstrou sua utilidade, reduzindo a necessidade de regeneração dos leitos de troca iônica e de consumo de resina, além de significativas reduções de despesas na operação e manutenção destes leitos. Uma segunda geração de membranas, as membranas de película fina compostas, enroladas em espiral, foram descobertas em 1978, e introduzidas na produção de água ultrapura no início da década de 1980. Estas membranas operam com baixa pressão e conseqüentemente com reduzido consumo de energia.

g) remoção de ferro

A água que passa por camadas ferruginosas, na falta de oxigênio suficiente, dissolve sais de ferro sob forma de sais ferrosos. Quando por exemplo, retirada de um poço, essa água apresenta o inconveniente de manchar roupa e pias, e de corroer as tubulações.

O processo utilizado para a remoção do ferro depende da forma como as impurezas de ferro se apresentam.

Para águas limpas que prescindem de tratamento químico, como as águas de poços, fontes, galerias de infiltração, contendo bicarbonato ferroso dissolvido (na ausência de oxigênio), utiliza-se a simples aeração.

Se o ferro estiver presente junto com a matéria orgânica, as águas, em geral, não dispensarão o tratamento completo com aeração inicial (aeração, coagulação, floculação, decantação e filtração).

h) correção de acidez excessiva

É obtida pelo aumento do pH, com a adição de cal ou carbonatos.

Na prática rural, consegue-se a remoção fazendo-se a água passar por um leito de pedra calcária.

i) remoção de odor e sabor desagradáveis

Depende da natureza das substâncias que os provocam. Como métodos gerais, usam-se:

- carvão ativado;
- filtração lenta;
- tratamento completo.

Em algumas águas subterrâneas, o odor de gás sulfídrico desaparece com a aeração.

j) desinfecção

Desinfectar uma água significa eliminar os microorganismos patogênicos presentes na mesma.

Tecnicamente, aplica-se a simples desinfecção como meio de tratamento para águas que apresentam boas características físicas e químicas, a fim de garantir seu aspecto bacteriológico. É o caso das águas de vertentes ou nascentes, águas de fontes ou de poços protegidos, que se encontrem enquadradas na classe Especial da Resolução Conama nº 20 de 18.6.1986.

Na prática, a simples desinfecção, sem outro tratamento, é aplicada muito freqüentemente.

A água para o consumo humano proveniente de poço, cacimba, fonte, carro-pipa, riacho, açude, etc., deverá ser clorada no local utilizado para armazenamento (reservatório, tanque, pote, filtro, jarra, etc.) utilizando-se hipoclorito de sódio a 2,5% nas seguintes dosagens:

Volume de Água	Hipoclorito de sódio a 2,5%		Tempo de contato
	Dosagem	Medida Prática	
1.000 Litros	100 ml	2 copinhos de café (descartáveis)	30 minutos
200 Litros	15 ml	1 colher de sopa	
20 Litros	2 ml	1 colher de chá	
1 Litro	0,08 ml	2 gotas	

Adaptada do Manual Integrado de Prevenção e Controle da Cólera, 1994.

Observação: conforme mostra o quadro, após a cloração deve-se aguardar 30 minutos para consumir.

Em épocas de surtos epidêmicos a água de abastecimento público deve ter a dosagem de desinfectante aumentada. Em casos de emergências deve-se garantir, por todos os meios, a água de bebida, sendo que a desinfecção, em alguns casos, é mais prática que a fervura.

A desinfecção é também aplicada à água após seu tratamento, para eliminar microorganismos patogênicos porventura presentes.

- métodos químicos de desinfecção
  - Ozona: é um desinfectante poderoso. Não deixa cheiro na água, mas, origina um sabor especial, ainda que não desagradável. Apresenta o inconveniente de uma operação difícil, e, o que é mais importante, não tem ação residual;
  - Iodo: desinfecta bem a água após um tempo de contato de meia hora. É, entretanto, muito mais caro para ser empregado em sistemas públicos de abastecimento de água;
  - Prata: é bastante eficiente; sob forma coloidal ou iônica não deixa sabor nem cheiro na água e tem uma ação residual satisfatória. Porém, para águas que contenham certos tipos de substâncias, tais como cloretos, sua eficiência diminui consideravelmente;
  - Cloro: constitui o mais importante entre todos os elementos utilizados na desinfecção da água.

Além desta aplicação, é ele também usado no tratamento de águas para:

- eliminar odores e sabores;
- diminuir a intensidade da cor;
- auxiliar no combate à proliferação de algas; (eliminar toda a linha)
- colaborar na eliminação de matérias orgânicas;
- auxiliar a coagulação de matérias orgânicas.

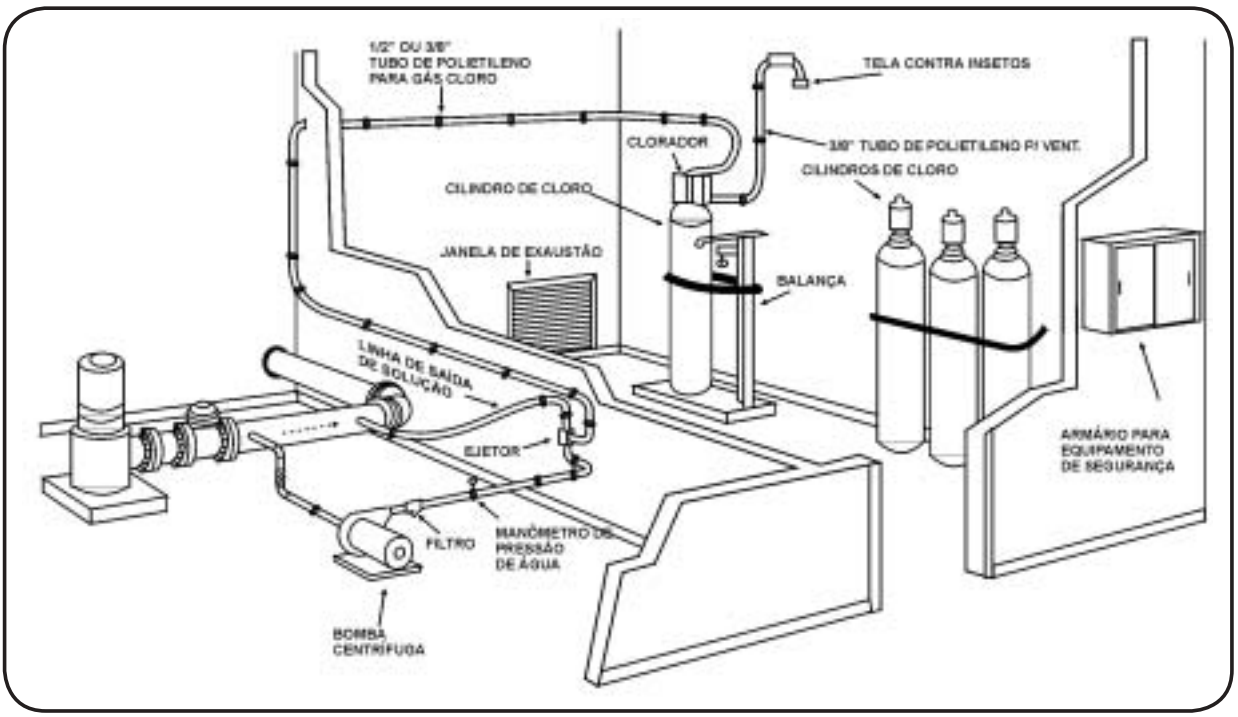
O cloro é o desinfectante mais empregado e é considerado bom, porque:

- realmente age sobre os microorganismos patogênicos presentes na água;
- não é nocivo ao homem na dosagem requerida para desinfecção;
- é econômico;
- não altera outras qualidades da água, depois de aplicado;
- é de aplicação relativamente fácil;
- deixa um residual ativo na água, isto é, sua ação continua depois de aplicado;
- é tolerado pela grande maioria da população.

O cloro é aplicado na água por meio de dosadores, que são aparelhos que regulam a quantidade do produto a ser ministrado, dando-lhe vazão constante.

Pode ser aplicado sob a forma gasosa. Nesse caso, usam-se dosadores de diversos tipos. O acondicionamento do cloro gasoso é feito em cilindros de aço, com várias capacidades de armazenamento (figura 51).

Figura 51 — Instalação típica de cloro gasoso



Pode ainda ser aplicado sob a forma líquida, proveniente de diversos produtos que libertam cloro quando dissolvidos na água. Os aparelhos usados nesse caso são os hipocloradores e as bombas dosadoras.

Os produtos de cloro mais empregados, suas vantagens e desvantagens estão indicadas na tabela 8.

Tabela 8 — Compostos e produtos de cloro para desinfecção de água

Principais Compostos e Produtos de Cloro Usados para a Desinfecção de Água						
Nome do Composto	**Fórmula Química**	**% Cloro Disponível**	**Características**	**Embalagem**	**Prazo de Validade**	**Nome Comercial**
Hipoclorito de Sódio	NaOCl	10% — 15%	Solução aquo-sa, alcalina, de cor amarelada, límpida e de odor caracterís-tico.	Recipientes opacos de ma-teriais compatí-veis com o produto. Volu-mes variados.	1(um) mês. Decompõe-se pela luz e calor, deve ser estocado em locais frios e ao abrigo da luz.	Hipoclorito de Sódio.
Hipoclorito de Cálcio	Ca(OCl)2	Superior a 65%	Coloração branca, pode ser em pó ou granulado.	Recipientes plásticos ou tambores metá-licos com re-vestimento.	6 meses	Hipoclorito de Cálcio.
Cloro	Cl_2	100%	Gás liquefeito sob pressão de coloração verde amarelado, e de odor irritante.	Cilindros ver-ticais de aço de 68Kg e hori-zontais de 940Kg.		Cloro Gasoso.
Cal Clorada	CaOCl	35% — 37%	Pó branco.	Embalagens de 1 a 50 quilogra-mas. Sacos de polipropileno. Manter em local seco e ao abrigo da luz.	Pouco estável. Perda de 10% no teor de cloro ativo a cada mês.	Cloreto de Cal.
Água Sanitária	Solução aquosa à base de hipoclorito de sódio ou de cálcio.	2% — 2,5% durante o prazo de validade.	Solução de coloração amarelada.	Embalagem de 1 litro, plástico opaco.	Verificar no rótulo do produto.	Água sanitária ou Água de lavadeira.

Observação: Todos os produtos citados na tabela acima devem ser manuseados com equipamentos de proteção individual (EPIs).

- fluoretação das águas

Com a descoberta da importância dos sais de flúor na prevenção da cárie dental, quando aplicados aos indivíduos na idade suscetível, isto é, até aos 14 anos de idade, e em ordem decrescente de efetividade à medida que aumenta a idade da criança, generalizou-se a técnica de fluoretação de abastecimento público como meio mais eficaz e econômico de controle da cárie dental.

As aplicações no abastecimento de água fazem-se por meio de aparelhos dosadores, sendo usados o fluoreto de sódio, o fluossilicato de sódio e o ácido fluossilícico.

Os sistemas públicos de abastecimento de água fluoretada deverão obedecer os seguintes requisitos mínimos:

- abastecimento contínuo da água distribuída à população, em caráter regular e sem interrupção;
- a água distribuída deve atender aos padrões de potabilidade;
- sistemas de operação e manutenção adequados;
- controle regular da água distribuída.

A concentração de íon fluoreto varia, em função da média das temperaturas máximas diárias, observadas durante um período mínimo de um ano (recomenda-se cinco anos). A concentração ótima situa-se em torno de 1,0mg/l.

Após 10 a 15 anos de aplicação do flúor na água, para cada criança é efetuado um levantamento dos dentes cariados, perdidos e obturados, denominado índice **cpo**, para avaliação da redução de incidência de cáries.

A extinta Fundação Sesp foi a primeira entidade a aplicar a fluoretação de água no Brasil e também foi a pioneira na aplicação da fluorita, sal encontrado no nosso país e de uso fácil onde já existe tratamento de água com sulfato de alumínio.

Foto 3 — Cone de saturação

- estações compactas

São unidades pré-fabricadas, que reúnem todas as etapas necessárias ao processo de limpeza da água. Normalmente são transportadas e montadas na localidade de implantação do sistema. É necessário a construção de uma Casa de Química.

- vantagens da instalação de estações compactas:
  - redução nos prazos de implantação do sistema;
  - possibilidade de deslocamento da Estação para atender a outros sistemas.
- materiais utilizados na fabricação:
  - normalmente são confeccionadas em chapas de aço com proteção e fibra de vidro.

Foto 4 — ETA compacta com casa de química

- dessalinizadores de água

A água salobra ou do mar transforma-se em água potável pela tecnologia de osmose inversa para dessalinização da água.

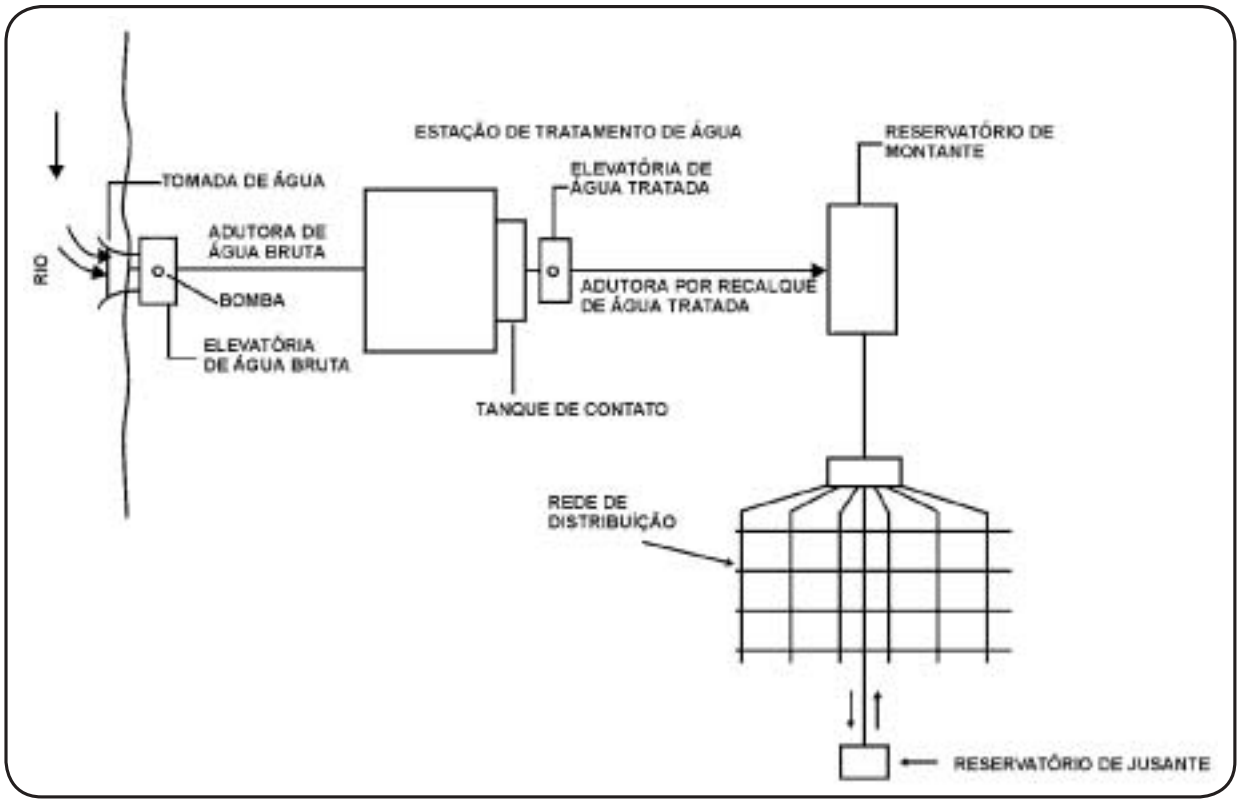
A osmose é um fenômeno natural físico-químico, é o nível final de processos de filtração disponíveis com a utilização de membranas.

Pequenas localidades do Nordeste têm resolvido seus problemas de abastecimento de água com os dessalinizadores.

2.10.1.5. Reservação

- a reservação é empregada com os seguintes propósitos:
  - atender às variações de consumo ao longo do dia;
  - promover a continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água;
  - manter pressões adequadas na rede de distribuição;
  - garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.
- de acordo com sua localização e forma construtiva os reservatórios podem ser:
  - reservatório de montante: situado no início da rede de distribuição, sendo sempre o fornecedor de água para a rede;
  - reservatório de jusante: situado no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo fornecer ou receber água da rede de distribuição;
  - elevados: construídos sobre colunas quando há necessidade de aumentar a pressão em conseqüência de condições topográficas;
  - apoiados, enterrados e semi-enterrados : aqueles cujos fundo estão em contato com o terreno.

Figura 52 — Reservatório de montante e jusante



- materiais utilizados na construção de reservatórios:
  - concreto armado;
  - aço;
  - fibra de vidro;
  - alvenaria;
  - argamassa armada.

Os reservatórios são sempre um ponto fraco no sistema de distribuição de água. Para evitar sua contaminação, é necessário que sejam protegidos com estrutura adequada, tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, ladrão e indicador de nível.

Foto 5 — Reservatório em concreto armado apoiado

Sua limpeza e desinfecção deve ser realizada rotineiramente.

Quanto à capacidade de reservação, recomenda-se que o volume armazenado seja igual ou maior que 1/3 do volume de água consumido referente ao dia de maior consumo.

2.10.1.6. Rede de distribuição de água

É o conjunto de tubulações, conexões, registros e peças especiais, destinados a distribuir a água de forma contínua, a todos os usuários do sistema.

Quanto ao tipo as redes são classificadas em:

- rede ramificada

Consiste em uma tubulação principal, da qual partem tubulações secundárias. Tem o inconveniente de ser alimentada por um só ponto.

Figura 53 — Rede ramificada

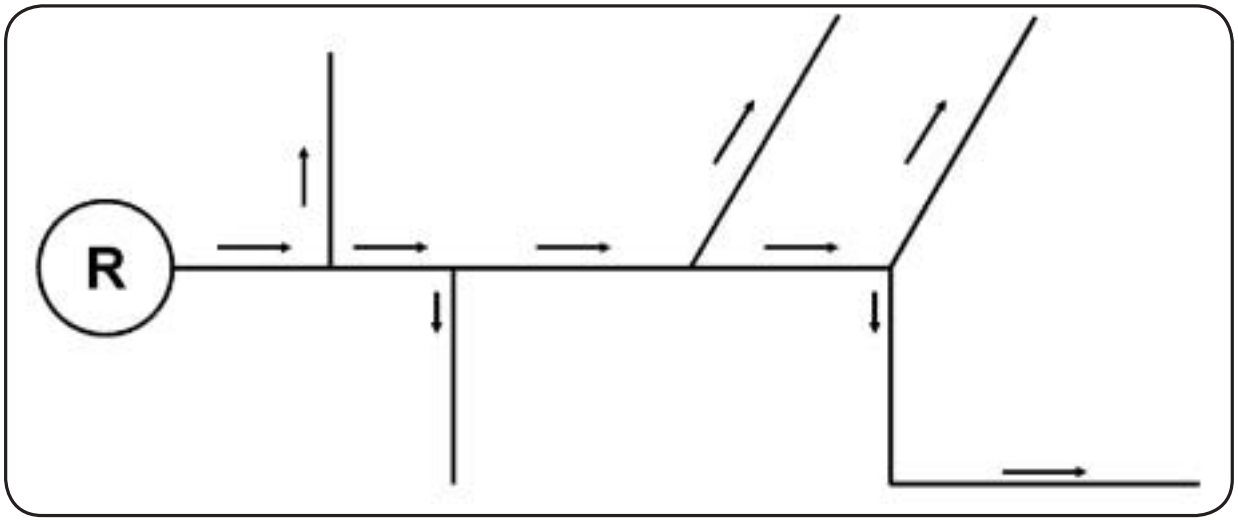
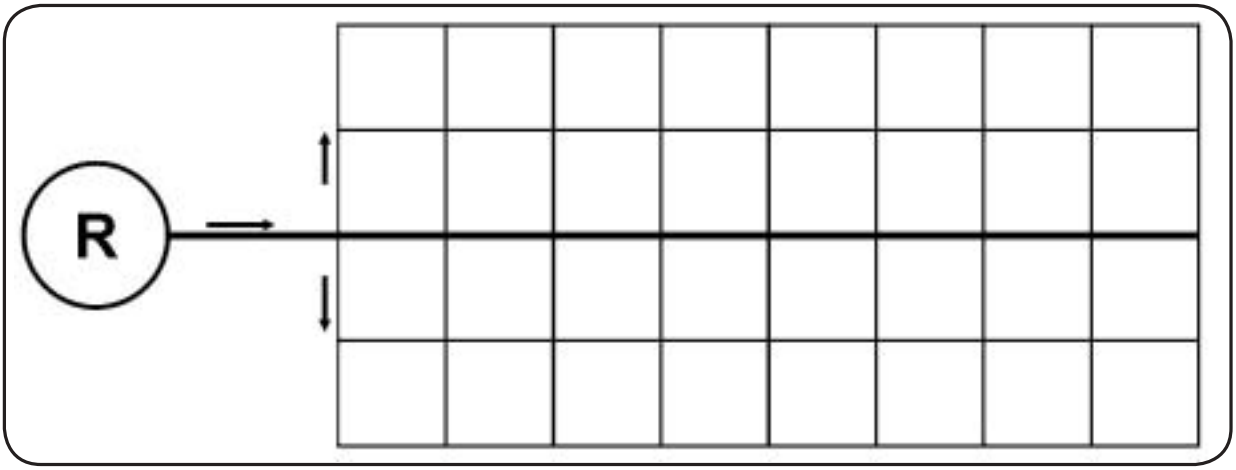


Figura 54 — Rede malhada sem anel



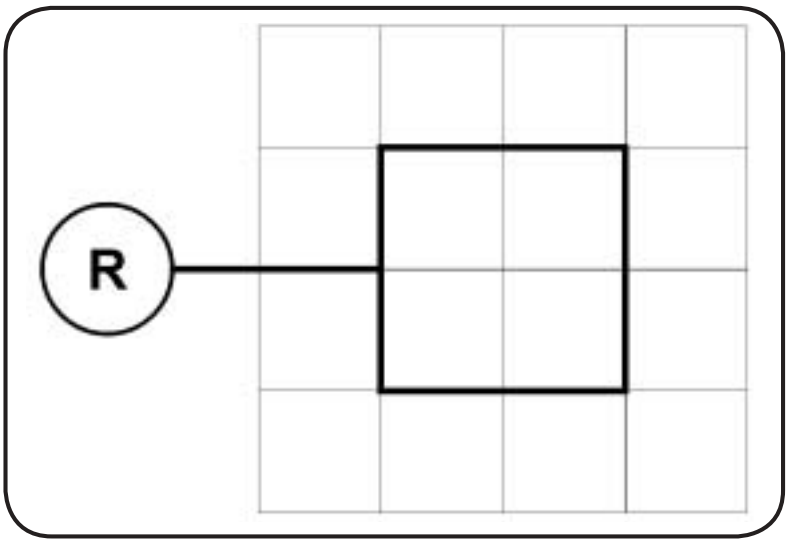
- rede malhada sem anel

Da tubulação principal partem tubulações secundárias que se intercomunicam, evitando extremidades mortas.

- rede malhada com anel

Consiste de tubulações mais grossas chamadas anéis, que circundam determinada área a ser abastecida e alimentam tubulações secundárias. As redes em anéis permitem a alimentação de um mesmo ponto por diversas vias, reduzindo as perdas de carga.

Figura 55 — Rede malhada com anel

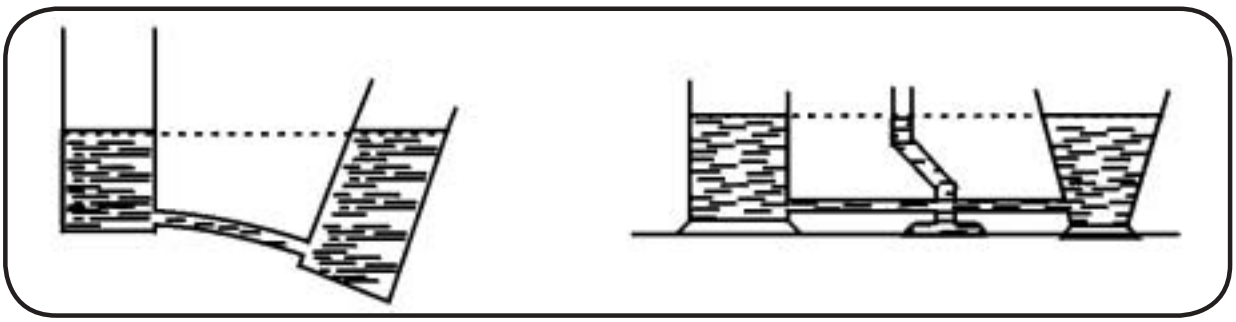


O tipo de rede a ser implantada depende basicamente das características físicas e topográficas, do traçado do arruamento e da forma de ocupação da cidade em estudo.

- funcionamento das redes de abastecimento de água

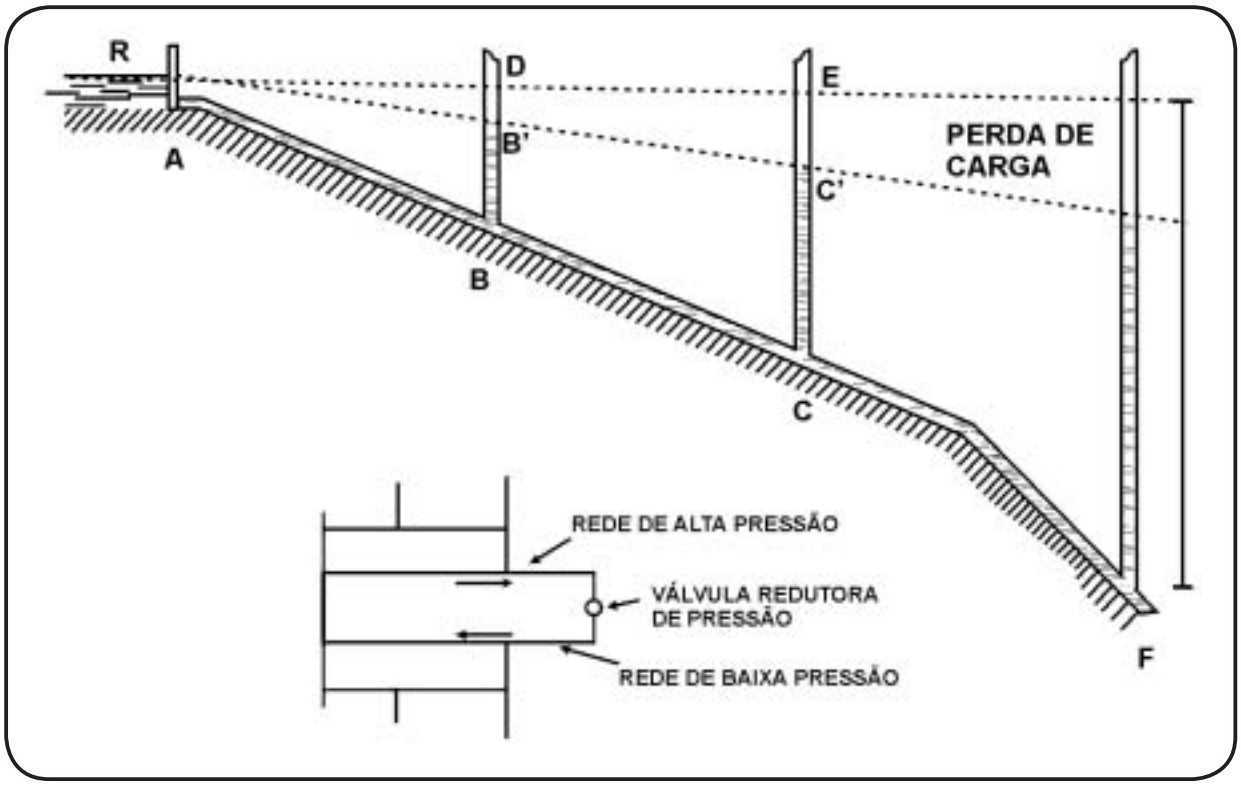
As redes de distribuição funcionam como condutos forçados, ou seja, conduzem água sob pressão, obedecendo o princípio dos vasos comunicantes - princípio de Bernouille - "Em um conjunto de vasos que se intercomunicam, quando a água estiver em repouso, atingirá o mesmo nível em todos os tubos".

Figura 56 — Vasos comunicantes



No entanto, estando a água em regime de escoamento ocorrem perdas de carga nas tubulações e conexões, deixando de atingir o mesmo nível em todos os pontos.

Figura 57 — Vasos comunicantes líquido em regime de escoamento



- variação de perda de carga

Para duas tubulações do mesmo material e do mesmo diâmetro, dentro das quais passe a mesma vazão de água, a perda de carga é maior no tubo de maior comprimento. A perda de carga é proporcional ao comprimento da tubulação. A perda de carga para um determinado diâmetro de uma tubulação, é obtida multiplicando-se a perda de carga equivalente a um metro desta tubulação pelo seu comprimento total.

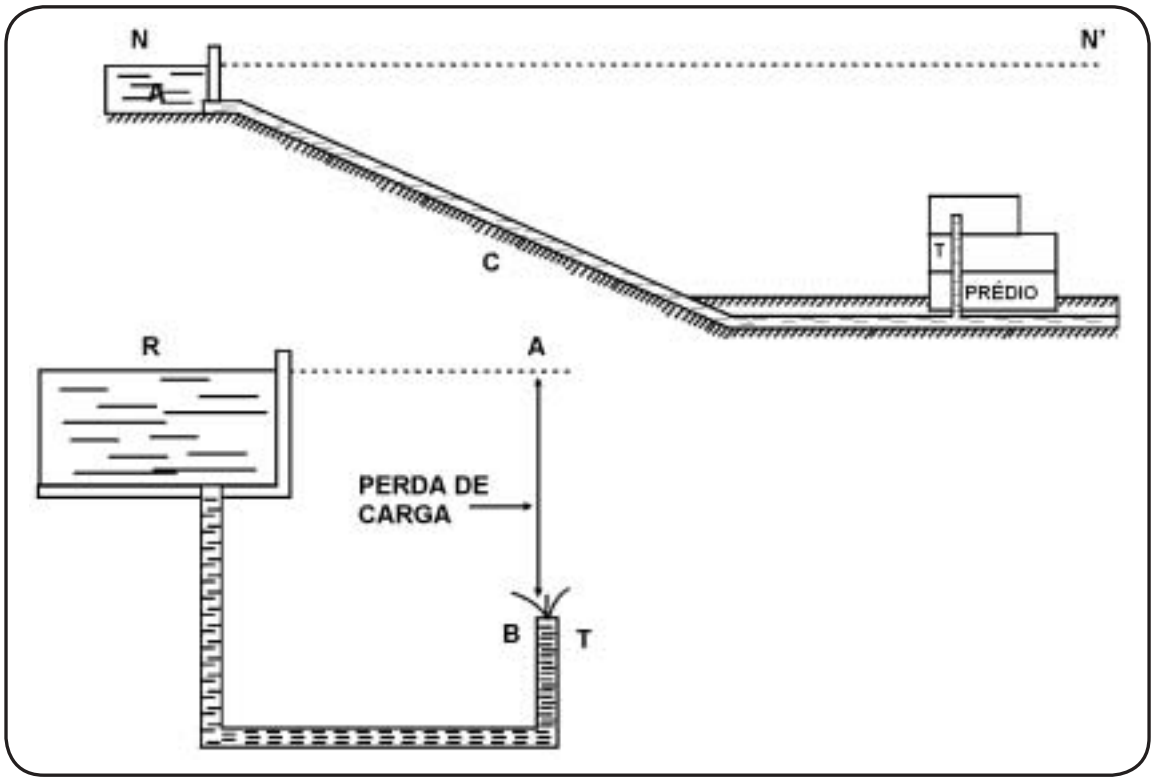
Para duas tubulações do mesmo material, do mesmo comprimento e de mesmo diâmetro, a perda de carga é maior no tubo em que ocorre maior vazão.

Para duas tubulações, feitas do mesmo material, com o mesmo comprimento, dentro das quais passe a mesma vazão, a perda de carga é maior no tubo de menor diâmetro.

Diversos autores calcularam e organizaram tabelas para as perdas de carga em diversas situações de vazão, diâmetro de tubulações e material.

As perdas de carga são dadas em metros por 1.000 metros, em metros por metro, etc. Multiplicando-se a perda de carga unitária pelo comprimento do tubo, tem-se a perda ao longo de toda a tubulação.

Figura 58 — Perda de carga



- dimensionamento de uma rede de distribuição
  - Redes ramificadas (vazão por metro linear de rede):

    1) Cálculo da vazão máxima de consumo:

$$Q = \frac{P \times C \times k1 \times k2}{86.400}$$

Q = vazão máxima (l/s);

P = população a ser abastecida;

C = consumo *per-capita* (l/hab.dia);

K1 = coeficiente do dia de maior consumo;

K2 = coeficiente da hora de maior consumo.

- cálculo da vazão por metro linear de rede

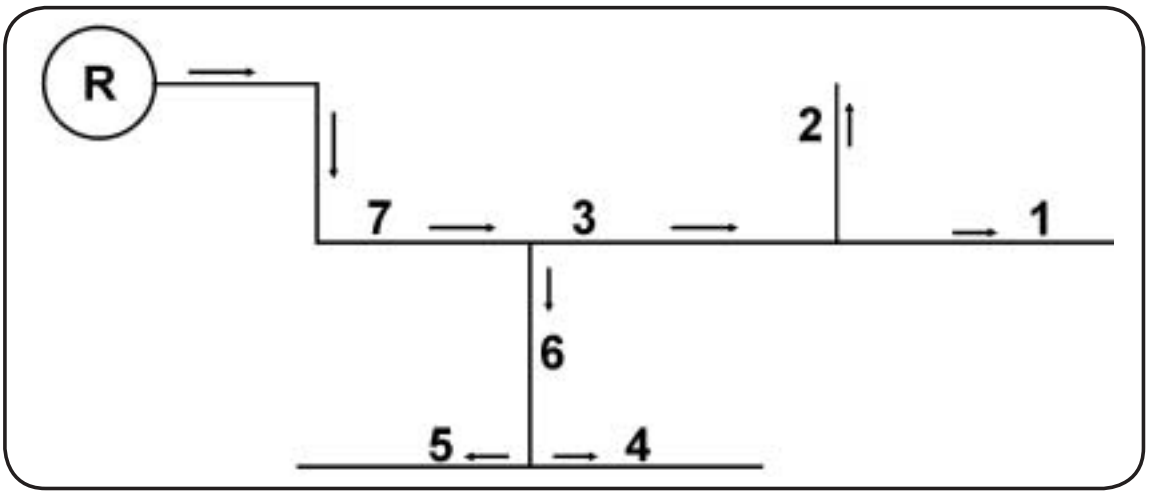
$$q = \frac{Q}{L}$$

q = vazão por metro linear de rede (l/s x m);

L = comprimento total da rede (m);

Q = vazão máxima (l/s).

Figura 59 — Rede ramificada - trechos



- cálculo das vazões por trechos da rede de distribuição:

  Q1 = q x L1;
  Q2 = q x L2;
  Q3 = (q x L3)+ Q1 + Q2;
  Q4 = q x L4;
  Q5 = qx L5;
  Q6 = (q x L6)+ Q4 + Q5;
  Q7 = (q x L7) + Q3 + Q6;

Onde,

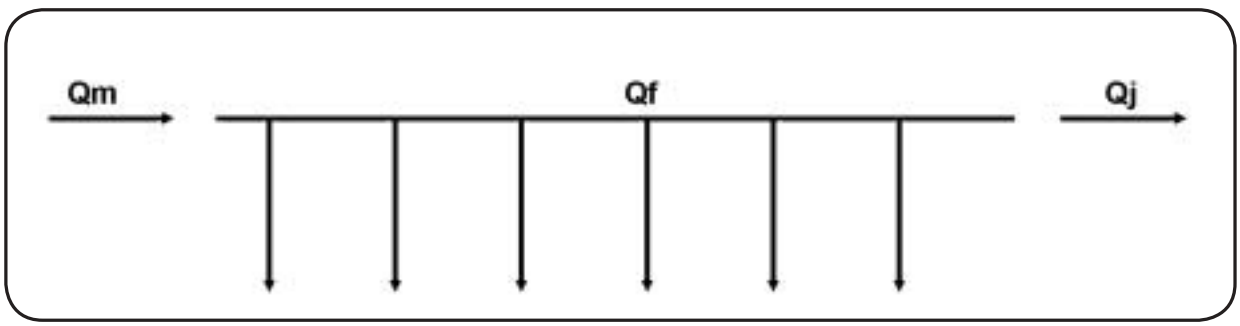
Qi = vazão em cada trecho (l/s);

q = vazão por metro linear de rede (l/s x m);

L = comprimento do trecho (m).

- cálculo da vazão de dimensionamento dos trechos - Vazão Fictícia

Figura 60 — Vazões dos trechos



$Qm = Qj + (q \times L)$

$Qm + Qj$

$Qf + Qj$

$Qf = 2$

Onde:

Qf = vazão fictícia;

Qm = vazão de montante do trecho;

Qj = vazão de jusante ao trecho.

Obtidas as vazões fictícias em cada trecho, os diâmetros poderão ser determinados por exemplo, pela tabela abaixo, com base na vazão de dimensionamento obtida para o respectivo trecho.

Tabela 9 — Dimensionamento da Tubulação

D (mm)	V. máx. (m / s)	Q. máx. (l / s)
20	0,40	0,11
25	0,45	0,22
40	0,55	0,62
50	0,60	1,2
60	0,70	2,0
75	0,70	3,1
100	0,75	5,9
125	0,80	9,8
150	0,80	14,1
175	0,90	21,7
200	0,90	28,3

Onde:

D = diâmetro interno da tubulação;

V = velocidade;

Q = vazão.

- cálculo da perda de carga

Determinada a vazão fictícia, obtido o diâmetro da tubulação em cada trecho e definido o material da tubulação, a perda de carga no trecho poderá ser determinada pelas tabelas de perda de carga em canalizações, usando-se a fórmula Universal da perda de carga ou Hazen Willians.

- construção das Redes

As redes devem ser executadas com cuidado, em valas convenientemente preparadas. Na rua, a rede de água deve ficar sempre em nível superior à rede de esgoto, e, quanto à localização é comum localizar a rede de água em um terço da rua e a rede de esgoto em outro.

O procedimento depende ainda de estudo econômico. Há situações nas quais o mais aconselhável é o lançamento da rede por baixo de ambas as calçadas.

O recobrimento das tubulações assentadas nas valas deve ser em camadas sucessivas de terra, de forma a absorver o impacto de cargas móveis.

A rede de distribuição deve ser projetada de forma a manter pressão mínima em qualquer ponto.

No projeto da rede de distribuição deve ser previsto a instalação de registros de manobra, registros de descarga, ventosas, hidrantes e válvulas redutoras de pressão.

- materiais das tubulações e conexões
  - PVC linha soldável;
  - PVC linha PBA e Vinilfer (DEFOFO);
  - Ferro Fundido Dúctil revestido internamente com argamassa de cimento e areia;
  - Aço;
  - Polietileno de Alta Densidade (PEAD);
  - Fibra de vidro.

Foto 6 — Rede de distribuição em PVC PBA

2.10.1.7. Estações elevatórias

São instalações destinadas a transportar e elevar a água. Podem apresentar em sua forma, dependendo de seu objetivo e importância, variações as mais diversas.

- principais usos:
  - captar a água de mananciais de superfície ou poços rasos e profundos;
  - aumentar a pressão nas redes, levando a água a pontos mais distantes ou mais elevados;
  - aumentar a vazão de adução.

Foto 7 — Estação elevatória de água tratada

2.10.1.8. Ligações domiciliares

A ligação das redes públicas de distribuição com a instalação domiciliar de água é feita através de um ramal predial com as seguintes características:

- colar de tomada ou peça de derivação: faz a conexão da rede de distribuição com o ramal domiciliar;
- ramal predial: tubulação compreendida entre o colar de tomada e o cavalete. Exceto casos especiais o ramal tem diâmetro de 20mm (figura 61);
- cavalete: conjunto de tubos, conexões e registro do ramal predial para a instalação do hidrômetro ou limitador de consumo, que devem ficar acima do piso (foto 8).

Figura 61 — Ramal predial

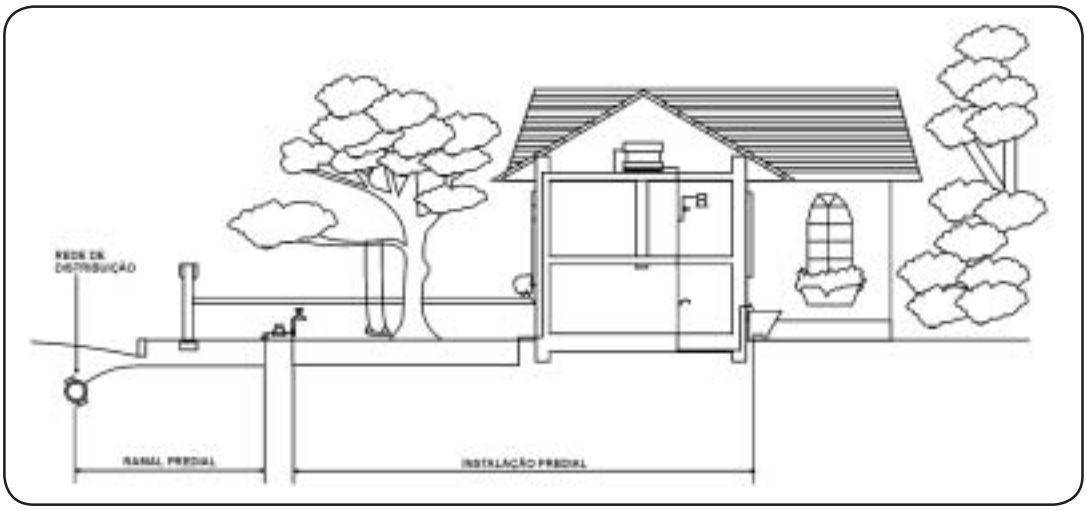
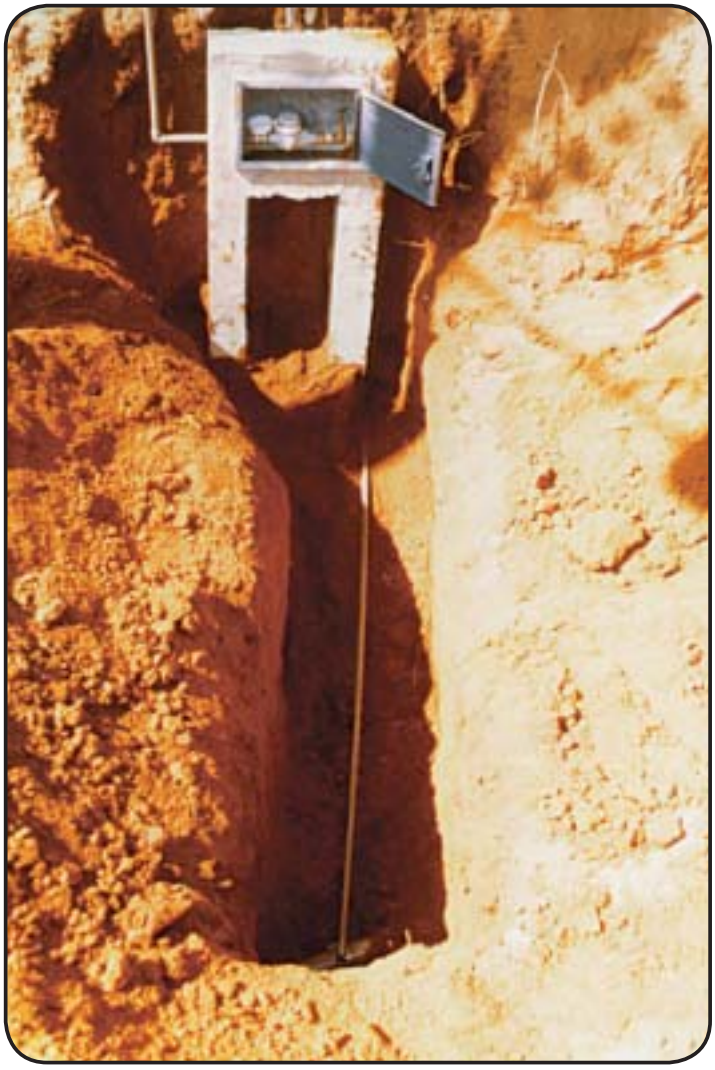


Foto 8 — Instalação de ramal predial em PVC com micromedidor (hidrômetro)



2.10.2. Instalações domiciliares

É objetivo primordial da saúde pública que a população tenha água em quantidade e qualidade em seu domicílio. Quanto mais próxima da casa estiver a água, menor será a probabilidade de incidência de doenças de transmissão hídrica.

Nem todos têm possibilidade financeira de ter, de início, água encanada em seu domicílio, começando por instalar uma torneira no quintal, que é um grande passo e, progressivamente, leva a água para dentro de casa.

A instituição de hábitos higiênicos é indispensável. É necessário orientar a população que nunca teve acesso a água encanada dentro do domicílio, para sua utilização de forma adequada.

Em áreas onde a esquistossomose é endêmica, deve-se ter cuidado especial com a água de banho e, sempre que esta não for tratada, será necessário fervê-la antes de seu uso, como medida eficiente para evitar a doença.

A lavagem apropriada dos utensílios de cozinha para evitar contaminação de alimentos é mais um passo a favor da saúde.

Estes hábitos serão facilitados pela instalação, no domicílio, de melhorias sanitárias convenientes.

Os inspetores, auxiliares e agentes de saneamento estão aptos a orientar a população sobre a construção e manutenção das melhorias sanitárias.

2.10.3. Reservatórios domiciliares para água

Os reservatórios domiciliares são pontos fracos do sistema, onde a água está mais sujeita à contaminação. Só se deveria admitir as caixas d'água nos domicílios, em sistemas de abastecimento intermitentes. O reservatório deve ter capacidade para abastecer o domicílio, pelo menos pelo período de um dia, e ser devidamente tampado (figura 62).

Para saber que tamanho o reservatório deve ter é preciso saber:

- *Per capita*;
- número de pessoas a serem atendidas.

Por exemplo:

per capita = 150 l/hab.dia;

número de pessoas = 5.

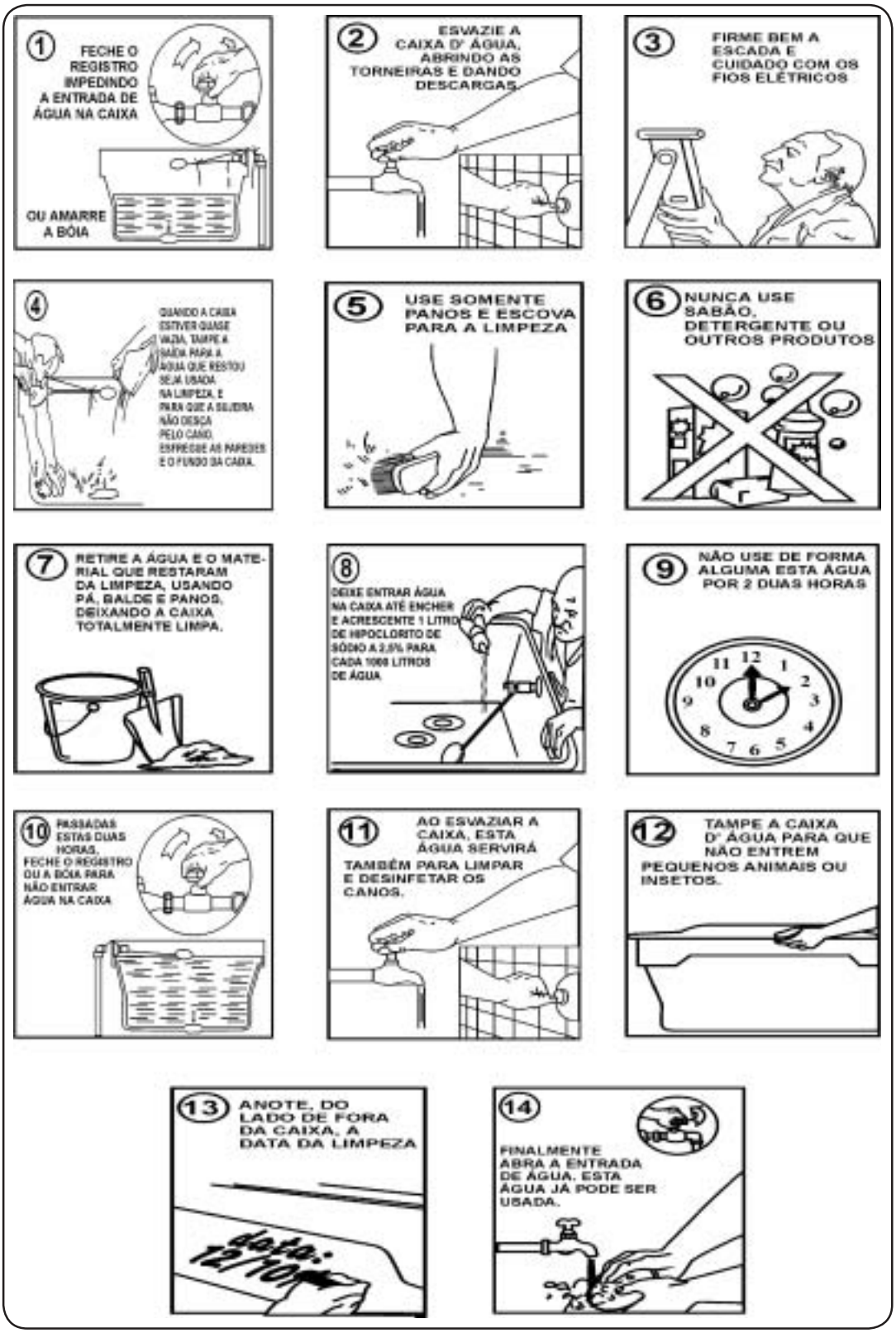
- Capacidade do reservatório:

Por exemplo:

abastecimento contínuo (água abastece dia e noite) = 5 x 150 = 750 litros;

abastecimento descontínuo (água abastece algumas horas do dia) = 5 x 150 x 2 = 1.500 litros.

Figura 62 — Instruções para limpeza e desinfecção da caixa d'água


1
FECHE O REGISTRO IMPEDINDO A ENTRADA DE ÁGUA NA CAIXA
OU AMARRE A BÓIA
2
ESVAZIE A CAIXA D' ÁGUA, ABRINDO AS TORNEIRAS E DANDO DESCARGAS.
3
FIRME BEM A ESCADA E CUIDADO COM OS FIOS ELÉTRICOS
4
QUANDO A CAIXA ESTIVER QUASE VAZIA, TAMPE A SAÍDA PARA A ÁGUA QUE RESTOU SEJA USADA NA LIMPEZA, E PARA QUE A SUJEIRA NÃO DESCA PELO CANO. ESPREGUE AS PAREDES E O FUNDO DA CAIXA.
5
USE SOMENTE PANOS E ESCOVA PARA A LIMPEZA
6
NUNCA USE SABÃO, DETERGENTE OU OUTROS PRODUTOS
7
RETIRE A ÁGUA E O MATERIAL QUE RESTARAM DA LIMPEZA, USANDO PÁ, BALDE E PANOS, DEIXANDO A CAIXA TOTALMENTE LIMPA.
8
DEIXE ENTRAR ÁGUA NA CAIXA ATÉ ENCHER E ACRESCENTE 1 LITRO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO A 2,5% PARA CADA 1000 LITROS DE ÁGUA
9
NÃO USE DE FORMA ALGUMA ESTA ÁGUA POR 2 DUAS HORAS
10
PASSADAS ESTAS DUAS HORAS, FECHE O REGISTRO OU A BÓIA PARA NÃO ENTRAR ÁGUA NA CAIXA
11
AO ESVAZIAR A CAIXA, ESTA ÁGUA SERVIRÁ TAMBÉM PARA LIMPAR E DESINFETAR OS CANOS.
12
TAMPE A CAIXA D' ÁGUA PARA QUE NÃO ENTREM PEQUENOS ANIMAIS OU INSETOS.
13
ANOTE, DO LADO DE FORA DA CAIXA, A DATA DA LIMPEZA
data: 12/10
14
FINALMENTE ABRA A ENTRADA DE ÁGUA. ESTA ÁGUA JÁ PODE SER USADA.

2.10.4. Ligações cruzadas

Chamam-se ligações cruzadas as possíveis intercomunicações do sistema de água potável com o de esgotos, possibilitando a contaminação do primeiro. As ligações cruzadas podem ser a causa de inúmeras epidemias.

Esta intercomunicação pode ocorrer:

- pela existência de vazamentos nas redes de água e de esgotos;
- pela simples intercomunicação da rede de água com a rede de esgotos, como conseqüência de erros de construção;
- por caixas-d'água subterrâneas mal protegidas, em nível inferior às caixas coletoras de esgotos dos prédios;
- por aparelhos sanitários domiciliares, como os bidês;
- por torneiras de pias e lavatórios mal localizados, com bocais de saída da água dentro das pias, de modo que uma vez a pia ou o lavatório cheio com água servida pode haver o retorno para a rede de água, em conseqüência da sifonagem, desde que na rede haja subpressão. Os bocais das torneiras devem ficar pelo menos a 5cm acima do nível máximo da água;
- em certos centros urbanos com sistema de abastecimento precário, os prédios recorrem aos injetores. Os injetores, pela sucção que provocam diretamente na rede, podem, em certos casos, levar a uma ligação cruzada;
- em certas indústrias ou mesmo em prédios residenciais que possuem abastecimento de água não tratada e são ligados também a sistemas públicos, pode, por defeito de construção, ocorrer interconexões.

Existem desconectores para caixa e válvulas de descarga. Em princípio, todo aparelho de uso de água, no qual se possa dar a interconexão, deve ter um desconector entre a parte do fluxo de água da rede e o terminal de uso.

2.10.5. Chafarizes, banheiros e lavanderias públicas

As redes, normalmente, não cobrem toda a cidade, cujo ritmo de crescimento as melhorias não conseguem acompanhar.

A água é, antes de medida de saúde pública, uma necessidade primordial. Assim, a população passa a servir-se da primeira água que encontra, com risco de saúde.

É interessante notar que a população que fica fora dos limites abrangidos pelo abastecimento de água é geralmente a mais pobre, portanto, a mais necessitada de ter resolvido o problema de seu abastecimento de água.

O ideal é ter água encanada em casa. Na impossibilidade temporária de obtê-la, é preciso que a população tenha, pelo menos, onde se abastecer de água satisfatória e suficiente, levando em conta as condições peculiares locais.

Para resolver esse problema, constroem-se torneiras, banheiros e lavanderias públicas, localizadas em pontos estratégicos, de acordo com a necessidade da população e a capacidade do sistema.

Torneiras, lavanderias e banheiros públicos requerem trabalho permanente de educação e esclarecimento para seu uso conveniente e sua manutenção. Torneiras quebradas, falta de asseio e lamaçais são algumas das conseqüências dessa falta de orientação das populações.

2.10.6. Poços chafarizes

Em área periférica de uma cidade, onde a rede não fica próxima, o problema tem que ser resolvido com a perfuração de poço raso ou profundo.

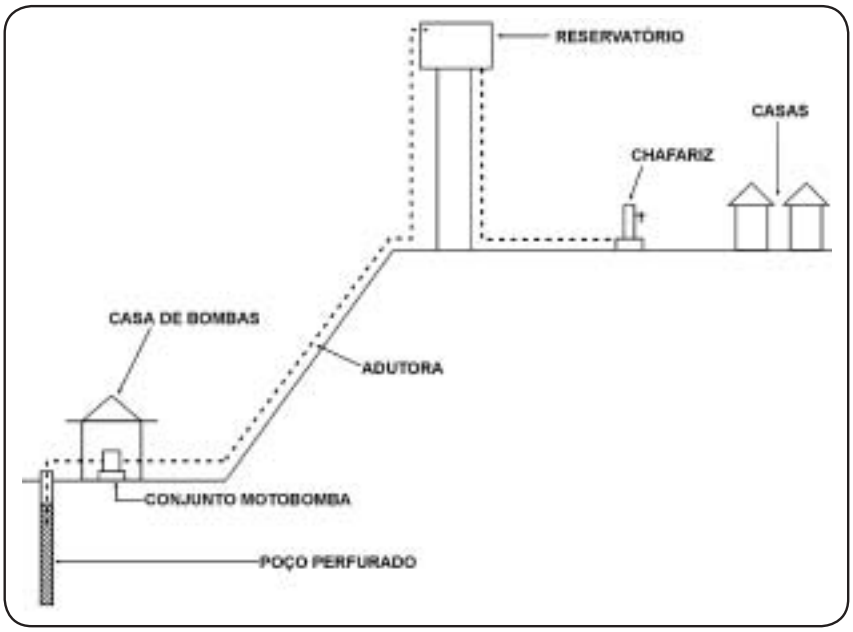
Os poços chafarizes requerem a co-participação da comunidade para sua implantação e posterior manutenção e operação.

Os poços chafarizes vêm sendo usados em muitas áreas periféricas, com bons resultados. Constam, essencialmente, de poço escavado ou tubular profundo, protegido, dispondo de bomba manual ou elétrica, adutora, reservatório e um chafariz (figura 63).

O esquema de manutenção e operação varia; em algumas localidades, a própria comissão do bairro encarrega-se delas; em outras, as prefeituras cuidam da operação, sendo sempre indispensáveis a supervisão e a assistência da autoridade sanitária competente.

Atenção especial deve ser dada à manutenção preventiva dos equipamentos e instalações.

Figura 63 — Conjunto poço, elevatória, adutora, reservatório e chafariz



2.10.7. Meios elevatórios de água

Quando se deseja retirar a água de um poço, de uma cisterna ou elevar a água de um ponto para outro mais alto, recorre-se a um meio elevatório.

Os meios elevatórios usados são os mais diversos, dos quais citaremos alguns.

2.10.7.1. Balde com corda

É o mais simples de todos. É impróprio, porque incorre no risco de contaminar a água do poço ou cisterna pela utilização de baldes contaminados ou sujos. A introdução e a retirada do balde no poço obrigam a freqüente abertura da tampa, com os conseqüentes efeitos danosos.

2.10.7.2. Sarilho

Com o auxílio do sarilho pode-se descer a maiores profundidades.

2.10.7.3. Sarilho simples

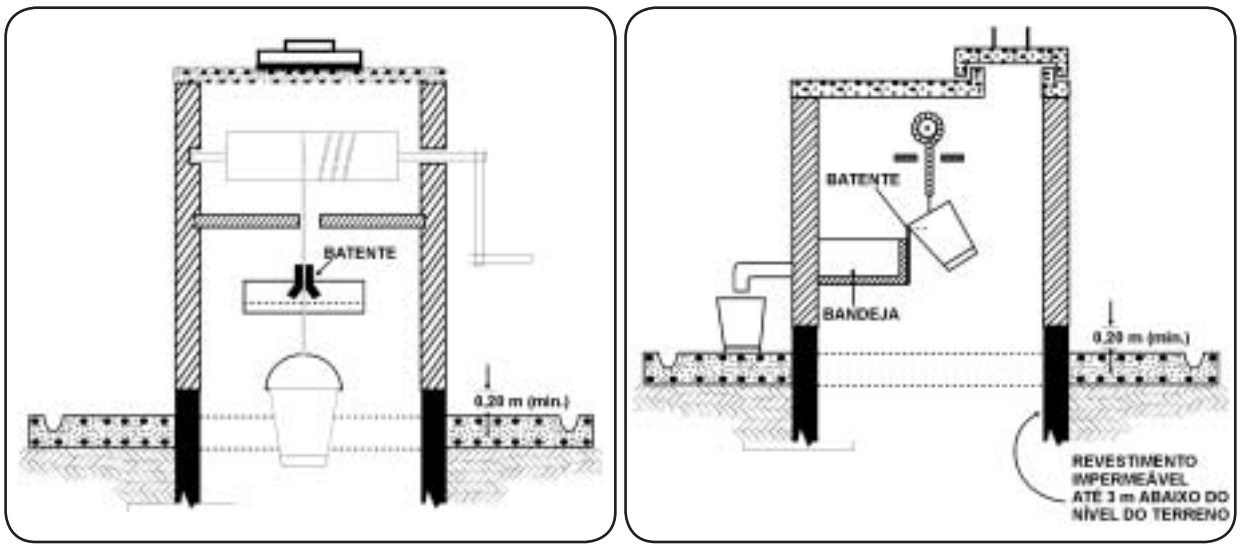
O sarilho simples onde se enrola uma corda que tem amarrada na extremidade um balde, oferece os mesmos riscos do sistema comum de balde com corda.

2.10.7.4. Sarilho protegido

O sistema sarilho-corda-balde pode ser melhorado e vir a constituir um meio elevatório sanitariamente satisfatório. Para isso, é necessário armar, acima do poço, uma casinha que proteja completamente a boca do mesmo. O Sarilho é encerrado nessa casinha e apoiado nas duas paredes, ficando de fora somente a manivela. A água é captada no poço por um balde, que é elevado por meio de uma corda enrolada no sarilho. Quando o balde chega acima do poço esbarra num dispositivo que, com a continuidade do esforço feito sobre a manivela, inclina o balde e o obriga a derramar a água numa calha. Esta leva a água para fora da casinha, onde pode ser armazenada em um recipiente (figura 64 e 65).

Tomando no conjunto, um sistema desses pode ser mais caro do que uma bomba; contudo, em regiões de poucos recursos financeiros, mas de recursos suficientes - madeira, tijolos, etc. O sistema será viável.

Figuras 64 e 65 — Sarilho com proteção sanitária



Fonte: Dacach, 1990.

2.10.7.5. Bombas hidráulicas

Podem ser grupadas em:

a) Bombas de deslocamento, que são as de êmbolo e as de engrenagem;

b) Bombas a velocidade, que são as centrífugas, sem e com ejetores;

c) Bombas a compressor ou *air-lift*.

Escolha da Bomba

Veja a tabela 10 (Comparação dos diversos tipos de bombas usadas em pequenos abastecimentos de água).

Basicamente a escolha do tipo de bomba depende de:

- profundidade da água no poço;
- altura de recalque;
- locação (situação, distância) da bomba com relação ao poço e ao reservatório;
- facilidades de reparo e obtenção de peças;
- possibilidades locais de manutenção e operação;
- qualidade da água - limpa ou suja;
- durabilidade;
- custo da bomba e custo de operação e manutenção;
- energia disponível e seu custo (manual, catavento, motor a gasolina, a óleo diesel, motor elétrico);
- eficiência da bomba.

- bombas de deslocamento
  - bomba aspirante ou de sucção: a mais simples das bombas de êmbolo é a bomba aspirante ou de simples sucção. O êmbolo movimenta-se dentro de um cilindro onde vem ter a água através do tubo de sucção. O cilindro tem uma válvula na base que, fechando sobre o tubo de sucção, controla a entrada da água. A válvula de base só abre para dentro do cilindro. Existe mais de uma válvula no próprio êmbolo. Ligado ao cilindro, em sua base, está o tubo de sucção e, na parte superior, uma torneira por onde sai a água bombeada. O êmbolo é movido por uma alavanca (braço) ou por um volante, que é articulado na haste presa ao êmbolo.
    - ➢ Funcionamento: o êmbolo move-se dentro do cilindro por um movimento de vaivém. A sucção da água do poço, através do tubo de sucção, é devida ao vácuo provocado no cilindro pelo êmbolo em seu movimento de subida e a expulsão da água pela torneira é conseqüente à compressão provocada pela descida do êmbolo.
      - ✓ Na primeira etapa: o êmbolo encosta na base do cilindro;
      - ✓ Na segunda etapa: levanta-se o êmbolo, pressionando-se o braço para baixo ou girando o volante conforme o caso. Ao levantar o êmbolo, cria-se entre ele e a base do cilindro um vácuo e, por ação da pressão atmosférica, abre-se a válvula da base para o interior do cilindro;
      - ✓ Na terceira etapa: movendo-se o êmbolo para baixo, força-se o fechamento da válvula da base de abertura da válvula do próprio êmbolo;
      - ✓ Na quarta etapa: movendo-se o êmbolo para cima, a água contida na parte superior do êmbolo força o fechamento de sua válvula e a saída da água pela torneira. Ao mesmo tempo, abre-se a válvula da base e repetem-se as etapas.
  - Bomba aspirante premente ou de sucção e recalque: é uma bomba que suga e recalca ao mesmo tempo. É, em linhas gerais, a mesma bomba de sucção, com a diferença de que próximo à base do cilindro sai uma tubulação de recalque. Esta tem uma válvula que abre unicamente para o interior da tubulação e é impedida de abrir para dentro do cilindro, por um reparo.
    - ➢ funcionamento:
      - ✓ Primeira etapa: levantando o êmbolo que está situado em baixo, junto à base, forma-se abaixo dele, no cilindro, um vácuo que faz com que a válvula da base se abra e com a continuação a água penetre no cilindro;
      - ✓ Segunda etapa: descendo o êmbolo, a água força o fechamento da válvula de recalque, provocando a entrada da água na tubulação de recalque;
      - ✓ Terceira etapa: levantando de novo o êmbolo, abre-se a válvula da base e a água da tubulação de sucção penetra no cilindro. Por outro lado, pela pressão da água no tubo de recalque, fecha-se a válvula de recalque;

✓ Quarta etapa: repete-se a segunda.

A sucção da água pela bomba de êmbolo é obtida em conseqüência do vácuo provocado no cilindro pelo levantamento do êmbolo. Isto porque, tendo sido feito o vácuo no cilindro e existindo sempre, pelo menos, a pressão atmosférica sobre o lençol de água, esta força a entrada da água no tubo de sucção, indo deste para o cilindro, até que se restabeleça o equilíbrio.

Vácuo absoluto significa ausência de pressão, isto é, zero atmosfera e a pressão atmosférica é de 10,333m ao nível do mar. Conclui-se, daí que a sucção máxima teórica possível ao nível do mar é de 10,333m. Com o aumento da altitude, diminui o limite teórico à razão de 1,0m para cada 1.000m de altitude. Na realidade, nunca se pode contar com a sucção teórica, já que há perdas em virtude de:

- vácuo no cilindro, que nunca é perfeito;
- perdas na entrada da água pela válvula de pé;
- perdas em conseqüência de atritos da água na tubulação;
- perdas nas conexões.

O limite prático de sucção é de 7,5m a 8,0m ao nível do mar.

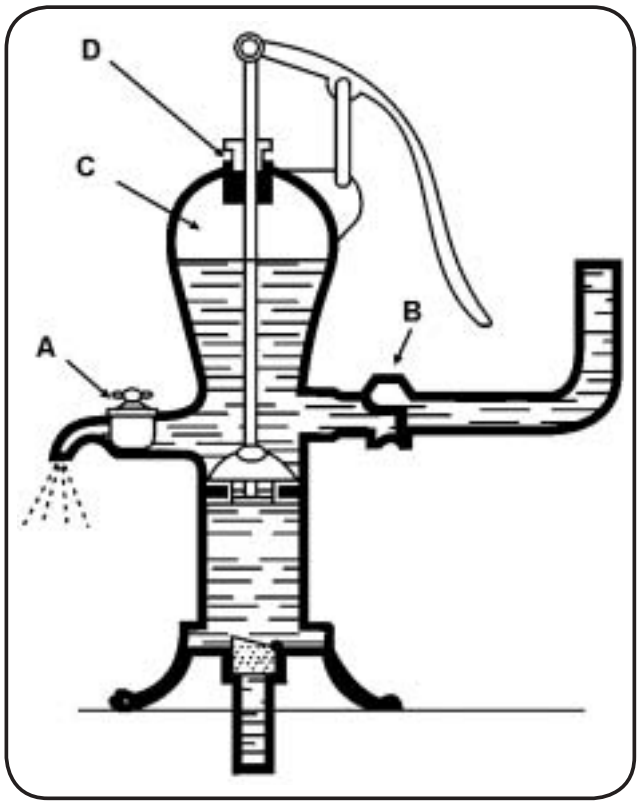
- cilindro intermediário: para tirar a água do poço no qual ela se encontre a profundidade maior que o limite prático de sucção, intercala-se na tubulação de sucção um cilindro intermediário, caso, evidentemente, se tenha escolhido uma bomba de sucção e recalque. O princípio de funcionamento do cilindro intermediário é o mesmo da bomba aspirante premente. O cilindro intermediário pode ser aberto ou fechado. Para reparar um cilindro fechado, tem-se que retirar todo o cilindro do poço. Para reparar-se um cilindro aberto, retira-se apenas o êmbolo.

- bombas de sucção e recalque com êmbolo de duplo efeito: existem bombas que sugam e recalcam a água nos dois cursos (podem ser horizontais) ascendentes ou descendentes do êmbolo, devido ao formato deste e também à disposição especial das válvulas. São chamadas de duplo efeito. Apresentam maior eficiência e regularidade na vazão (figura 66).

➢ força motriz: a força motriz empregada para acionar uma bomba de êmbolo pode ser manual, a catavento, a motor de explosão ou elétrico.

No caso de bomba manual, o esforço é aplicado através de uma alavanca ou braço, ou através de um volante.

Figura 66 — Bomba manual de sucção e recalque - bomba de êmbolo



A = Torneira;
B = Válvula de retenção;
C = Câmara de ar;
D = Bucha.

Quando a força motriz é fornecida por um catavento, o braço da bomba é substituído por uma haste.

Nas bombas movidas por motores de explosão ou elétricos, o esforço é aplicado, obrigatoriamente, sobre um volante.

- cata-vento: o emprego do catavento é bastante difundido sendo, no entanto, de preço elevado o de fabricação industrial. Em alguns estados do Nordeste, encontram-se cataventos improvisados manufaturados, que dão bom rendimento e tem boa durabilidade (figura 67).

  Alguns cuidados devem ser observados. O catavento só é aplicável onde realmente haja vento suficientemente forte e durante todos os dias do ano (sem que seja necessário o vento soprar todo o dia); isto porque temos necessidade de água durante todo o ano.

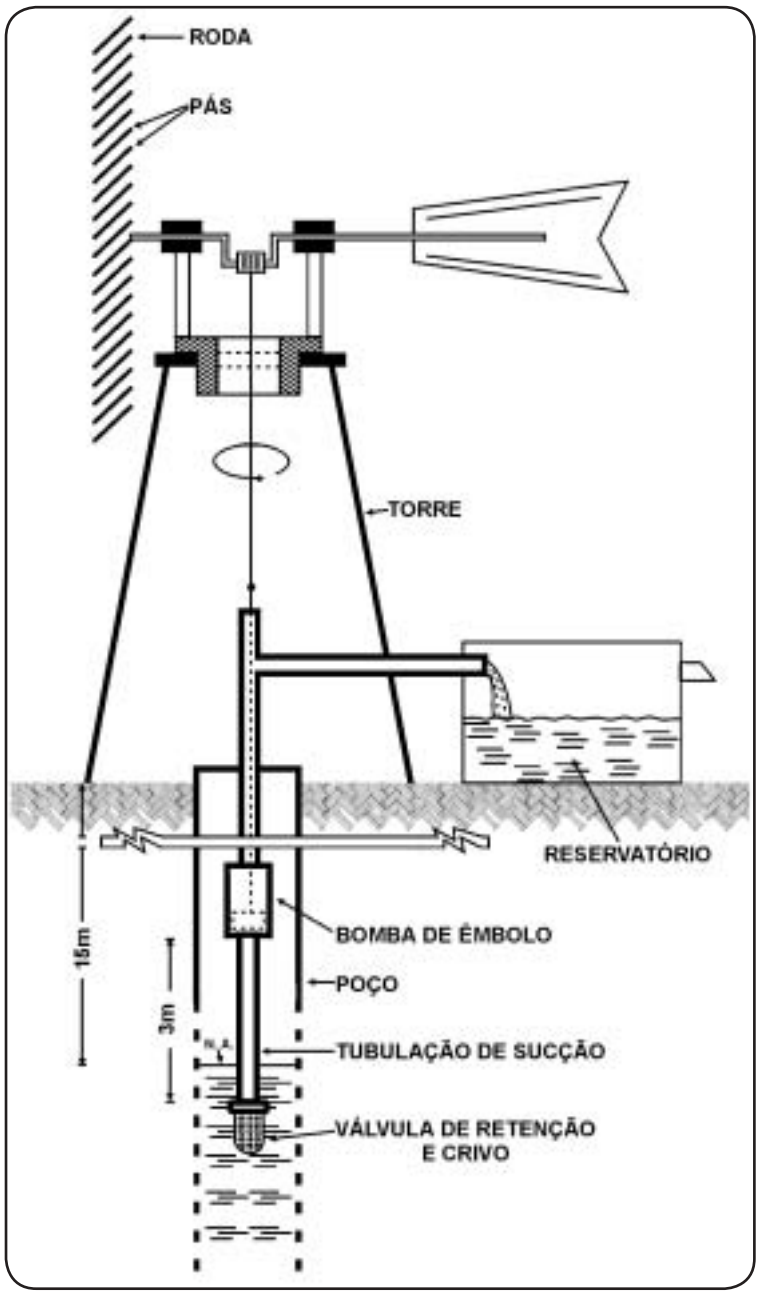
A seguir, transcrevemos resultados obtidos em experimento realizado pela Fazenda Energética de Uberaba/MG, publicado no Boletim nº 1 - "Bombeamento d'água: Uso de cata-vento".

Quadro 8 — Tipo de bombeamento d'água por uso de cata-vento - experimento

Equipamento	
a) Dados do Fabricante: • Cata-vento completo com bomba hidráulica • Marca — Kenya • Freio: manual e automático (para ventos com velocidade superior a 30 km/hora) • Torre de sustentação : 9 metros • Desnível : até 40 metros (sucção + recalque) • Velocidade mínima do vento para acionamento: 5 km/hora • Vazão aproximada: 2.000 litros/hora	**b) Condições de instalação na Faz. Energética:** • Local : retiro • Desnível : 18 metros (sucção + recalque) • Finalidade: abastecimento de água para bovinos. A água é elevada até um reservatório construído ao lado do poço cisterna. A distribuição para os bebedouros localizados nas pastagens é feita por gravidade, e o controle do nível d'água em cada bebedouro é feito por bóias. • Altitude : 790 metros • Latitude : 19º : 43' • Longitude : 47º : 55'

Resultados obtidos — março/88 a fevereiro/89			
Mês	Bombeamento médio	Velocidade do vento (km/hora)	
	Litros/Dia	Média no mês	Máxima no mês
Janeiro	8.360	13,4	32,3
Fevereiro	6.580	11,0	30,9
Março	8.850	12,3	23,7
Abril	7.800	11,7	36,8
Maio	6.690	11,0	35,0
Junho	11.960	14,4	34,7
Julho	15.200	15,1	36,1
Agosto	15.180	16,8	37,8
Setembro	16.460	16,4	40,9
Outubro	11.940	15,1	40,5
Novembro	8.960	13,4	32,9
Dezembro	7.970	11,7	29,5

Figura 67 — Esquema de cata-vento



Fonte: Dacach, 1994.

- cuidados na instalação e na manutenção de bombas a êmbolo:
  - a bomba deve ser provida de uma tubulação de sucção e recalque, quando for o caso. Os tubos de sucção e recalque devem ser de diâmetros pouco maiores ou iguais aos de entrada e saída da bomba;
  - a tubulação de sucção deve ter diâmetro um ponto acima do da tubulação de recalque;
  - deve-se ter uma válvula de pé, que retenha água na tubulação de sucção;

- no caso em que as tubulações de sucção e recalque sejam maiores que a entrada e saída da bomba, elas são conectadas à mesma por reduções cônicas;
- deve-se evitar ao máximo as conexões, tais como: curvas, tees, etc, usando só as indispensáveis;
- na saída para o recalque, devem ser instalados um registro (de gaveta, de preferência) e uma válvula de retenção para proteção de bomba e ajuda nos casos de sua retirada de uso. A fim de possibilitar, quando necessário, a retirada da bomba, do registro ou da válvula de retenção para reparos, são inseridas luvas de união, nas tubulações e próximas à bomba ou às conexões, quando se empregam tubos de ferro galvanizado ou de plástico, e peças com flanges, nos casos de ferro fundido ou de aço;
- deve-se ter o cuidado de escorvar a bomba com água limpa antes de colocá-la para funcionar;
- substituir as válvulas sempre que estiverem gastas, para evitar maiores estragos nas bombas;
- selecionar cuidadosamente no catálogo a bomba que mais se aproxima das suas necessidades quanto à vazão, à elevação, à qualidade da água, e ao tipo de instalações e condições de trabalho.

• cuidados na instalação de bombas de êmbolo em poço raso:

- verificar se o nível dinâmico do poço em época de estiagem é igual ou inferior à sucção prática para a altitude do lugar onde vai ser instalada a bomba. Máximo prático ao nível do mar: de 7,60m a 8,00m;
- sempre que se tenha mais de 8,00m deve-se usar o cilindro intermediário;
- a bomba deve estar bem fixa em suporte apropriado ou na tampa do poço. As oscilações prejudicam a bomba;
- a gaxeta ou guarnição da sobreporca deve ser apertada o suficiente, a fim de evitar-se a saída de água ou a entrada de ar. O aperto da porca de bronze do pistão deve ser feito com cuidado, para que a haste não se empene ou cause danos durante o curso;
- antes de pôr a bomba em funcionamento pela primeira vez ou depois de a mesma ter passado muito tempo fora de uso, deve-se molhar as guarnições de couro dos êmbolos e das válvulas;
- as juntas devem ser bem vedadas e cobertas com zarcão, para que se evite vazamentos que não devem existir em parte alguma da tubulação;
- para reduzir a oscilação da bomba e da tubulação, coloca-se dentro do poço e acima do nível da água, uma travessa de madeira, onde é afixada a tubulação de sucção. O movimento do tubo de sucção danifica as juntas e permite a entrada de ar, diminuindo a escorva da bomba e a sucção da água.;
- a válvula de pé deve estar no máximo a 30cm do fundo do poço e com recobrimento mínimo de 30cm de água;

- as flanges e as juntas devem ser bem apertadas;
- movimento da haste deve ser uniforme.

• instalação de bombas de êmbolos em poços profundos:

Aplicam-se todas as observações feitas em relação a poços rasos.

O emprego da bomba de êmbolo com cilindro intermediário para poços profundos só se justifica quando o nível da água no poço, com relação á superfície do solo, for superior ao limite prático de sucção para a altitude do lugar onde está localizado o poço.

O corpo da bomba tem que ser, forçosamente, fixado sobre a tampa do poço.

O cilindro intermediário deve ser colocado logo acima do nível da água no poço, a fim de diminuir a sucção e facilitar a inspeção.

A vareta deve ser colocada dentro do tubo de sucção, desde a bomba até o cilindro intermediário.

• bombas de engrenagem: o segundo grupo de bomba de deslocamento é o das bombas de engrenagem, no qual podemos, também, incluir as bombas helicoidais.

A bomba de engrenagem consiste em um sistema de duas engrenagens encerradas em uma carcaça. As duas engrenagens giram em sentido contrário uma da outra. As engrenagens girando para frente criam, atrás de si, um vácuo que faz sugar a água da tubulação de sucção para dentro da carcaça, lançando-a para a frente, para o recalque.

A bomba helicoidal é composta por um parafuso sem fim, encerrado em uma carcaça. Quando em movimento giratório, cada passo do parafuso deixa, atrás de si, um vácuo que provoca sucção da água do poço ao mesmo tempo que empurra a que encontra pela frente.

São bombas em que a altura da elevação é pouca; seu uso é limitado, em abastecimento de água, à elevação da água de cisternas ou nos casos em que a vazão e a altura da elevação exigidas sejam poucas.

Recentemente, têm sido empregadas para a elevação de esgotos (baixa altura, grandes vazões).

As bombas de engrenagem são de construção robusta e simples, de fácil manejo e duráveis; empregam-se em postos de gasolina ou em casos similares quando se lida com líquidos de fácil evaporação.

• bombas de velocidade

São essencialmente constituídas de um rotor ou impulsor, que gira dentro de uma carcaça. A água penetra pelo centro da bomba e sai pela periferia, guiada por palhetas.

- funcionamento: o princípio de funcionamento da bomba centrífuga é o mesmo da força centrífuga. A água como todo corpo pesado, quando sujeita a movimento giratório, tende a escapulir pela tangente do círculo que representa seu movimento.

Cheio o rotor da bomba e iniciado o movimento, a água é lançada para o tubo de recalque, criando, assim, um vácuo no rotor que provoca a sucção da água do poço através do tubo de sucção.

As considerações quanto à sucção prática máxima são as mesmas já feitas para bomba de êmbolo.

- força motriz: a força motriz empregada deve vir de um motor elétrico a explosão e em alguns casos de energia solar.
- localização da bomba: a bomba deve ser localizada o mais próximo possível do manancial e protegida contra as enchentes quando destinada a bombear água de rios. Quanto maior a distância da bomba ao ponto de sucção, maiores serão as perdas de carga na sucção. O rendimento de uma bomba aumenta com a redução da altura e distância de sucção. A altura de sucção prática é limitada.
- casa de bombas: as bombas e seus equipamentos de comando, devem ser instalados em local apropriado, chamado "casa de bombas", com objetivo de se evitar os danos causados pela exposição ao tempo, e para proteção dos operadores. Certos tipos de bombas com proteção e blindagem apropriada dispensam a casa de bombas.
- base: a bomba deve ser assentada sobre uma base de concreto, devidamente afixada por parafusos chumbados.
- alinhamento: após o assentamento da bomba, é necessário verificar o nivelamento e o alinhamento, para que se possa evitar a deformação e o estrago das peças.
- tubulação de recalque: deve existir um registro à saída da bomba e, uma válvula de retenção. Nos casos de tubos galvanizados, deverá haver uma luva de união antes do registro, para permitir a retirada da bomba e de outras peças que necessitem de reparos. No caso da tubulação de ferro fundido ou de aço, as peças devem ser flangeadas.
- sucção: quando uma parte da tubulação de sucção é aproximadamente horizontal, a inclinação deve ser dada de modo a que haja sempre elevação do poço para a bomba, com a finalidade de evitar bolsa de ar e cavitação.
- sucção e recalque: o diâmetro da tubulação de sucção deve ser pouco maior que o da tubulação de recalque. Para ligar as tubulações de sucção e de recalque da bomba são necessárias reduções, na maioria das vezes.
- cuidados com a tubulação: é necessário o máximo cuidado com a estanqueidade das tubulações. Os tubos, devem ter suporte próprio; não devem ser forçados nem ter apoio na carcaça da bomba, sob pena de mau funcionamento e de estrago da bomba.
- rotor : o rotor deve girar no sentido indicado pela seta na carcaça.
- válvula de Pé: é indispensável o emprego de válvula de pé. Antes da instalação, devendo-se verificar seu funcionamento.

✓ funcionamento:

➢ fechar o registro da tubulação de recalque; caso exista registro na sucção, este deve permanecer sempre aberto;

➢ encher completamente a tubulação de sucção e o funil, com água. Muitas instalações possuem um *by pass* que liga, por meio de um tubo de pequeno diâmetro, a tubulação de recalque à tubulação de sucção. O by pass tem forçosamente um registro, que deve ser aberto no momento de partida da bomba;

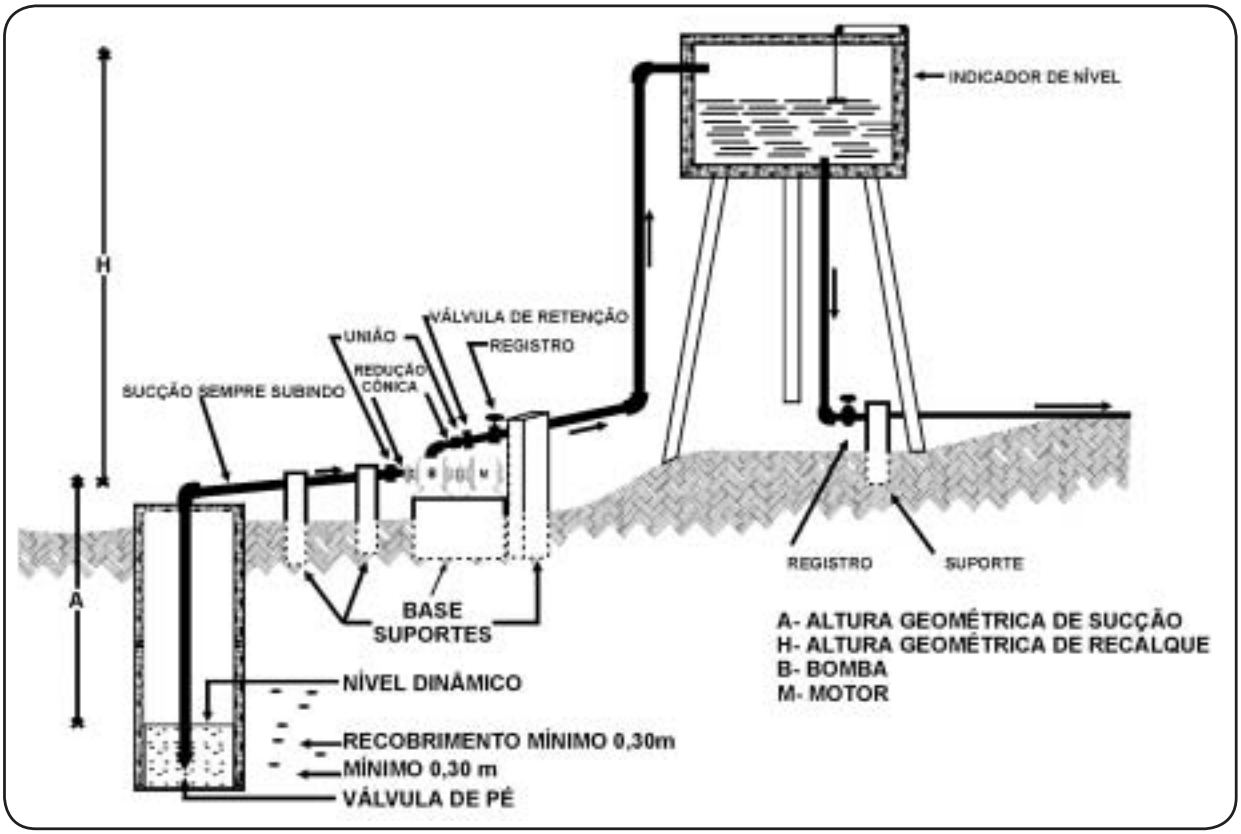
➢ retirar o ar da bomba, girando o eixo com a mão para a frente e para trás, até que não saia mais ar pelo funil;

➢ fechar o registro do funil e dar partida no motor. Verificar a pressão;

➢ fechar o registro do *by pass*;

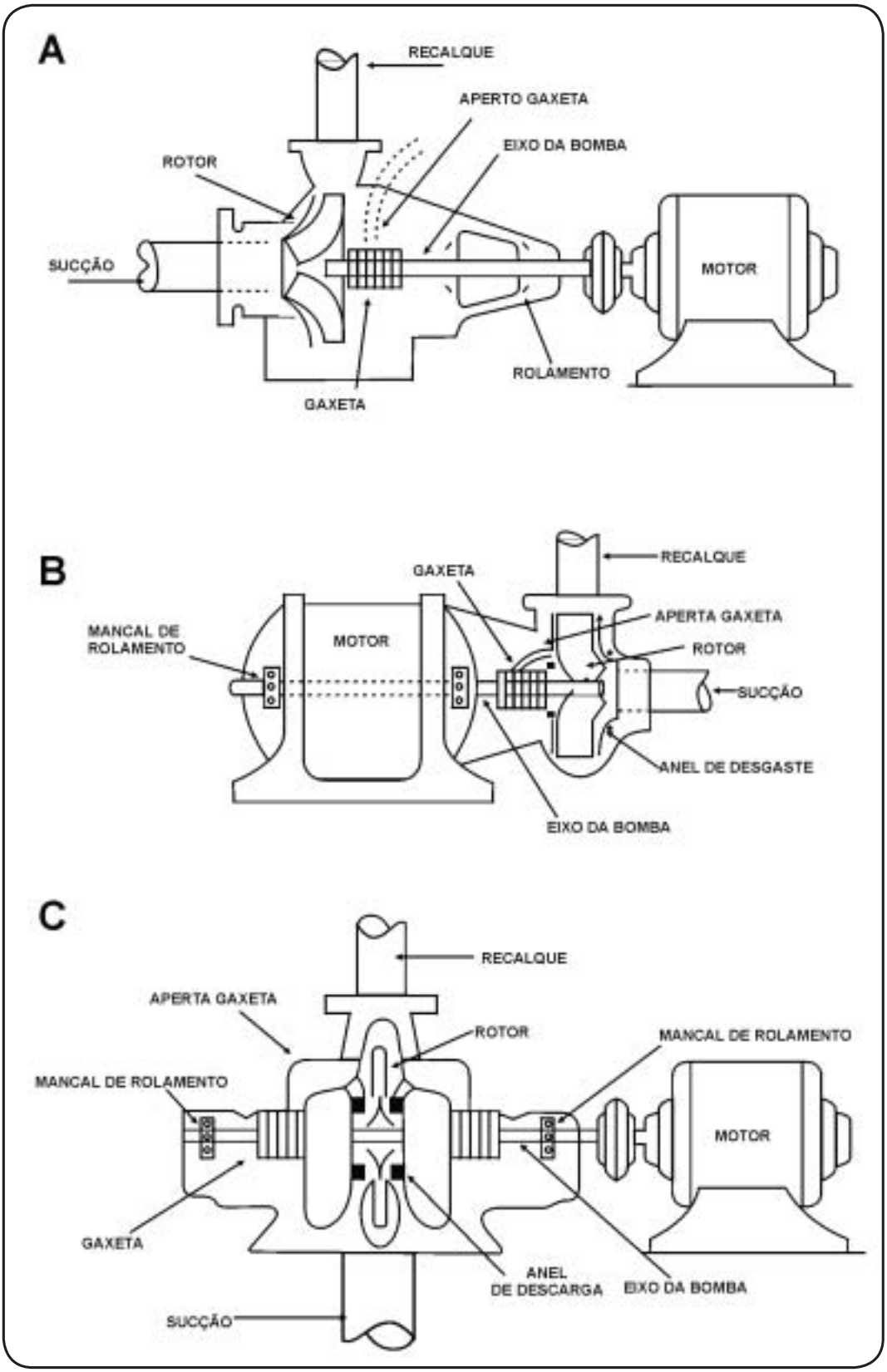
➢ abrir, devagar, o registro da tubulação de recalque.

Figura 68 — Esquema de uma instalação de sucção e recalque com poço de sucção



- principais peças de uma bomba centrífuga:
  - impulsor ou rotor: suga e impele a água. Recebe a água no centro e lança-a na periferia. De acordo com a finalidade a que se destina, pode ser um rotor fechado, para água limpa, ou aberto, para água que carreia sujeiras, esgoto, areia, etc. Pode ser de simples aspiração, quando a água penetra por um lado só, ou de dupla aspiração, quando penetra por ambos os lados.
  - eixo da bomba: peça sobre a qual se fixa o rotor;
  - carcaça: parte que envolve o rotor e tem a função de guiar a água da sucção para o rotor e, deste, para o recalque;
  - anéis de desgaste: peças colocadas entre o rotor e a carcaça; têm por fim evitar o escapamento de água para fora;
  - casquilhos: colocados entre os eixos e a carcaça, na parte externa para fechar a caixa de gaxeta;
  - caxetas de fibrocimento: ficam em uma espécie de caixa; destinam-se a vedar a entrada de ar na carcaça ou a saída da água;
  - aperta-gaxeta: tubo de pequeno diâmetro ligado ao recalque da bomba e à gaxeta. tem por função apertar as gaxetas e lubrificá-las com água.

Figura 69 — Bombas centrífugas



Quadro 9 — Falhas mais comuns das bombas centrífugas e suas correções

Falhas e possíveis causas	Correções
1. Quando a bomba não eleva água:	
1.1. A bomba não está escorvada;	Encha completamente o funil, a bomba e o tubo de sucção; verifique a válvula de pé.
1.2. A rotação é baixa;	Verifique a voltagem e amperagem. Verifi-que se não há fase em aberto.
1.3. A altura manométrica de elevação é superior à da capacidade da bomba;	Verifique se está sendo respeitada a altura prática de sucção; se não está havendo nenhum estrangulamento do tubo; se a elevação é maior do que a especificação na bomba. Diminua curvas e conexões desnecessárias. Aumente o diâmetro de sucção e recalque.
1.4. O rotor está obstruído;	Desmonte a carcaça e limpe o rotor.
1.5. A rotação do rotor está em sentido contrário ao devido;	Verifique pela seta na carcaça se o rotor está girando no sentido correto. Caso contrário, corrija. Em motor elétrico, inverta a ligação de duas fases, sem alterar o esquema. Em motor a explosão, inverta a posição do rotor.
1.6. Existe ar na tubulação de sucção;	Verifique e corrija.
2. Quando a bomba eleva pouca água:	
2.1. Há pouca rotação;	Verifique como em 1.2.
2.2. Existe ar no tubo de sucção;	Verifique se há entrada de ar na tubulação de sucção e corrija. Verifique a altura da água que recobre a válvula de pé, no mínimo 30cm.
2.3. Penetra ar pela carcaça;	Em caso positivo, corrija. Em bomba na qual as gaxetas estejam convenientemente ajustadas, deverá haver ligeiro jorro de água. Caso não haja, é provável que exista entrada de ar; aperte as gaxetas.

continuação

Falhas e possíveis causas	Correções
2.4. As gaxetas estão defeituosas;	Verifique e as substitua.
2.5. O rotor está parcialmente obstruído;	Verifique e limpe-o.
2.6. Os anéis de desgaste estão defei-tuosos;	Verifique e corrija ou os substitua.
2.7. A válvula de pé está defeituosa, par-cialmente cerrada;	Verifique e corrija.
2.8. A altura de sucção é muito elevada;	Verifique como em 1.3.
2.9. A altura de recalque é muito elevada;	Verifique como em 1.3.
2.10. A rotação do rotor está em sentido errado.	Verifique e corrija.
3. Pressão menor que a indicada:	
3.1. A rotação é baixa;	Verifique como em 1.2.
3.2. O ar ou os gases são aspirados;	Verifique, em laboratório, se uma redução de pressão igual à efetuada pela sucção sobre o líquido provoca bolhas. Se o gás está naturalmente na água (não sendo defeito da sucção, reduza a sucção ou instale câmara de separação de gases na sucção e esvazie de quando em vez.
3.3. Os anéis de desgaste estão gastos;	Verifique como em 2.6.
3.4. O rotor está avariado;	Verifique como em 2.5.
3.5. As gaxetas estão defeituosas;	Verifique como em 2.4.
3.6. O rotor é de diâmetro pequeno.	Certifique-se com o fabricante.
4. Quando a bomba funciona e para:	
4.1. O escorvamento está incompleto;	Complete-o.

Falhas e possíveis causas	Correções
4.2. Existe ar na sucção;	Verifique se a altura da água que recobre a válvula de pé é suficiente.Vazão do poço menor que a da bomba: estrangule o recalque, fechando o registro. Verifique outras causas como em 1.6 e 2.2.
4.3. Os anéis de desgaste deixam passar o ar;	Verifique como em 2.6.
4.4. Existem ar ou gases no líquido;	Verifique como em 3.2.
5. Quando a bomba consome energia de-mais:	
5.1. Há queda de tensão demasiada na linha de transmissão;	Verifique as perdas.
5.2. A rotação está muito elevada;	Verifique a especificação elétrica do motor
5.3. A altura de elevação é menor do que a calculada e conseqüentemente a bomba dá vazão maior;	Estrangule o recalque.
5.4. O sentido de rotação do rotor está errado;	Verifique como em 1.5.
5.5. O líquido é mais pesado que a água;	Se depois de reduzir todas as perdas não obtiver resultado satisfatório, só mudando o motor.
5.6. A gaxeta está muito apertada.	Verifique se há pequeno jorro pela carcaça, caso contrário, afrouxar as gaxetas.
6. Quando há defeitos de instalação:	
6.1. Da tubulação sustentada pela carcaça;	Verifique e corrija.
6.2. Dos anéis gastos;	Verifique e corrija.
6.3. Das gaxetas gastas;	Verifique e corrija.
6.4. Do eixo da bomba torto, não coinci-dente ou não paralelo ao do motor.	Verifique e corrija.

O melhor meio de obter-se um serviço satisfatório é, em primeiro lugar, adquirir equipamentos de boa qualidade e que satisfaçam às especificações; cuidar bem da manutenção e da operação, seguindo fielmente o que preceituam os catálogos e as normas de operação que os acompanham.

Cuidado especial deve ser dado ao engraxamento dos mancais, que não deve faltar nem ser excessivo. A cada três meses, desmontar a caixa dos mancais, limpá-los bem, secá-los, engraxá-los convenientemente e remontá-los.

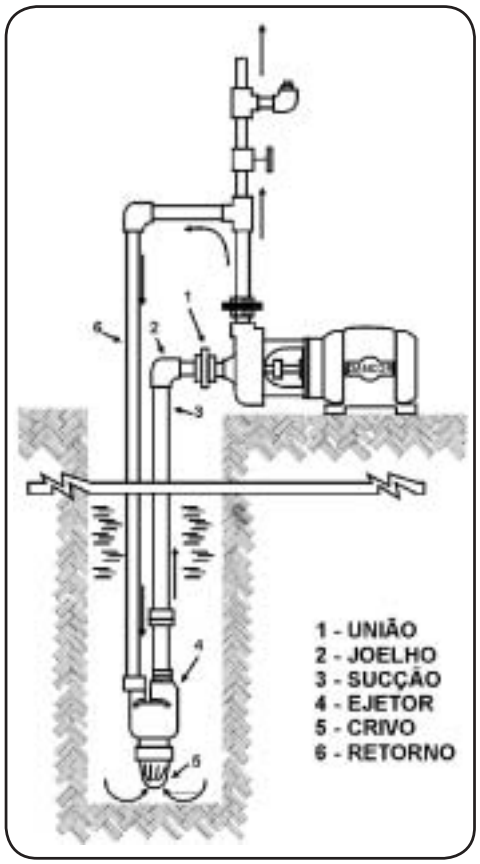
Substituir com a freqüência necessária os anéis de desgaste e as gaxetas.

- bombas centrífugas com ejetor: o ejetor é um dispositivo usado para aumentar a altura de sucção de uma bomba centrífuga. Na tubulação de recalque é feita uma tomada com um tubo de diâmetro bem menor; este tubo, que tem a outra extremidade estrangulada por um bico, vem ter à tubulação de sucção por um ponto onde esta também possui um estrangulamento (venturi).

Em um poço raso o injetor fica instalado externamente, conectando-o à tubulação de recalque e ao tubo de sucção próximo à bomba.

Constituem dispositivos simples, que pouco oneram o sistema; são de fácil operação e manutenção, sendo, contudo de baixo rendimento energético.

Figura 70 — Bomba centrífuga com ejetor



Fonte: Carvalho, 1977.

- bombas turbina: seu princípio de funcionamento é o mesmo da bomba centrífuga. Consistem em uma série de rotores em posição horizontal, acoplados em série, sobre um eixo vertical. Classificam-se em estágios, tantos quantos forem os rotores. Quando a água passa pelo primeiro rotor é impulsionada e aumenta de pressão. No estágio seguinte, o rotor recebe a água com a pressão já aumentada que, ao passar por ele, recebe novo aumento de pressão, e assim por diante.

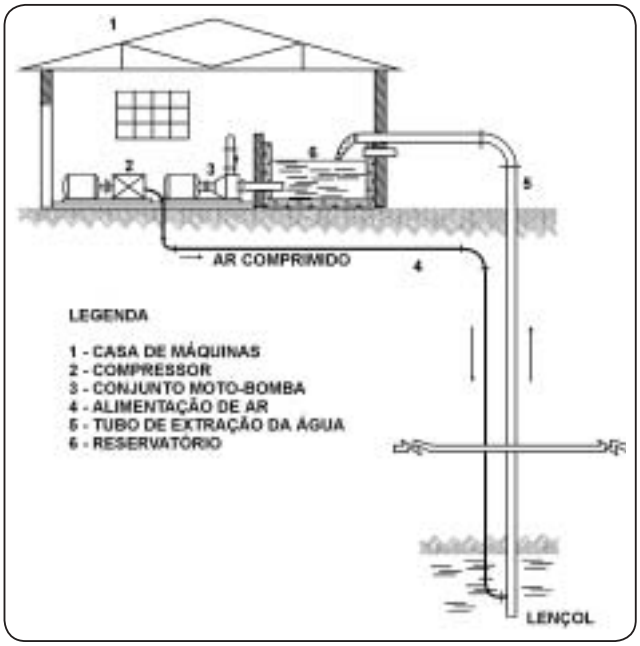
O número de estágios vai depender da elevação e da pressão que se queira dar à água. A cabeça da bomba é fixada na tampa do poço e dá movimento à bomba por meio de um eixo. Podemos ter três situações diferentes:

- motor de eixo vertical ao qual é diretamente acoplado o eixo da bomba;
- motor de eixo horizontal que transmite o movimento à cabeça da bomba por meio de uma bengala;
- motor de eixo horizontal que transmite o movimento à cabeça da bomba por meio de um sistema de correias.

c) bombas utilizando compressor *air-lift*: consistem no emprego do ar para elevação da água de um poço de pequeno diâmetro. Um tubo de pequeno diâmetro fica ligado por um lado a um compressor e penetra, pela outra extremidade, dentro do poço revestido. Posto em funcionamento o compressor, o ar que vem dele penetra no poço pelo tubo e mistura-se com a água que, com isso, fica mais leve e sobe. O tubo de ar pode ser localizado interna ou externamente no tubo de sucção. À saída do recalque deve existir um reservatório para retirar o ar da água.

O "*air-lift*", como o ejetor, apresenta facilidade de operação e manutenção, sendo, entretanto, de baixo rendimento.

Figura 71 — Esquema de uma instalação de *air-lift*



Fonte: Carvalho, 1977.

2.10.7.6. Curvas características de uma bomba

A bomba que se destina a serviços de maior responsabilidade deve ser escolhida pelas suas curvas características, sendo de diversos tipos as que aparecem nos catálogos dos fabricantes, umas relacionam eficiência com altura de elevação, outras com vazão e outras, ainda, com velocidade do rotor (rpm = rotações por minuto).

Deve-se escolher a bomba que dê maior eficiência para a altura de elevação e vazão desejadas. Quanto maior a eficiência, maior o rendimento e, portanto, menor o gasto de energia para a execução de um mesmo trabalho.

2.10.7.7. Bóias automáticas

A falta de água, estando a bomba em funcionamento, faz com que ela trabalhe a seco, com graves riscos para o conjunto motobomba. Para evitar essa possibilidade, diversos dispositivos de segurança foram inventados; um deles é a bóia automática.

Quando a vazão no poço de sucção é menor do que a da bomba, havendo, portanto, o perigo desta trabalhar a seco, usam-se bóias automáticas que se elevam ou se abaixam, acompanhando o nível da água do poço. As bóias automáticas desligam automaticamente o circuito elétrico que alimenta o motor da bomba, quando o nível da água no poço de sucção fica abaixo do nível de segurança preestabelecido; e fazem ligar automaticamente a bomba, quando o nível da água no poço de sucção chega ao nível superior preestabelecido para início de funcionamento. São dispositivos de segurança que visam a proteger a vida dos motores, resultando em economia de despesas.

2.10.7.8. Casa de bombas

O conjunto motobomba deve ser encerrado em um recinto, que se denomina “casa de bombas” e que tem por finalidade proteger o conjunto motobomba e seus equipamentos de proteção e partida contra intempéries; também permite a proteção do operador nos casos em que este deva estar presente.

A casa de bombas deve atender aos seguintes requisitos:

- ser construída assegurando-se que esteja fora do alcance das enchentes, evitando-se assim danos ao conjunto motobomba, por ocasião desse fenômeno;
- ter espaço necessário para operar com comodidade e suficiente para facilitar reparos. Ter saídas suficientemente amplas para retirada das peças. Os catálogos dos fabricantes de equipamentos fornecem as dimensões dos conjuntos, conexões e demais elementos que possam equipar a casa de bombas;
- ter boa drenagem e possibilidade de esgotamento. Às vezes, há necessidade de recorrer-se a uma drenagem superficial;
- ter ventilação adequada. No caso de conjuntos com motor a explosão ou diesel, a saída de gases do motor deve ser direcionada para fora do recinto;

- estar protegida contra incêndio;
- estar protegida contra a chuva;
- ter proteção térmica contra excesso de calor;
- ser construída dentro dos requisitos de segurança, de estrutura e de proteção sanitária.

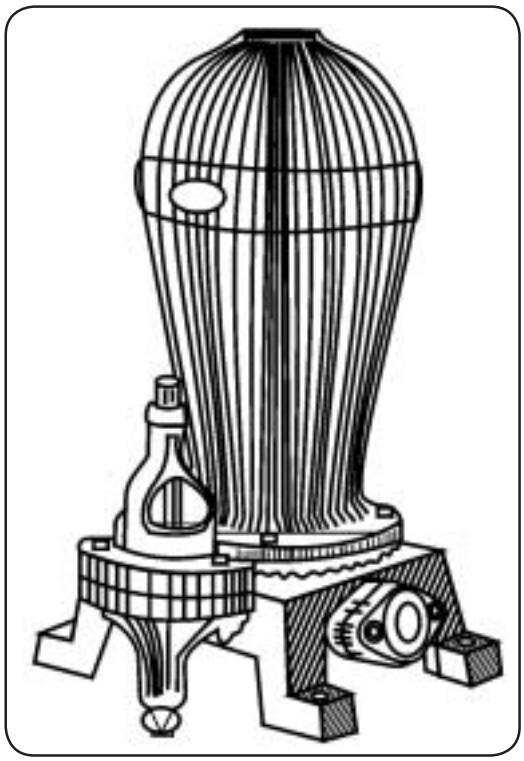
2.10.7.9. Carneiro hidráulico

É um equipamento que emprega a energia que provém do golpe de uma massa de água em movimento, repentinamente detida, ou seja do "golpe de aríete".

O equipamento necessita de grande vazão de alimentação em relação à vazão de recalque, e de ser instalado em nível abaixo da fonte de suprimento.

- características:
  - trabalho ininterrupto;
  - baixo custo;
  - rendimento variável;
  - longa duração - pouco desgaste.

Figura 72 — Carneiro hidráulico



Fonte: Dacach, 1990.

- Funcionamento

A água, descendo pela tubulação de alimentação escoa através de uma válvula (válvula externa), até atingir certa velocidade, quando, então, a pressão dinâmica eleva a válvula, fechando-a bruscamente. O golpe de aríete resultante abre uma segunda válvula interna, permitindo a entrada da água na câmara, causando a compressão do ar ali existente; este, reagindo, fecha a válvula interna e impulsiona a água, que sai então pela tubulação de recalque. Quando a pressão se equilibra, fecha-se automaticamente a válvula interna e abre-se a externa. Reinicia-se, assim, novo ciclo. Essa operação repete-se de 25 a 100 vezes por minuto, permitindo o recalque de apreciável quantidade de água.

O rendimento depende principalmente da altura de queda e de recalque.

- altura da queda (H): distância vertical entre o nível da água no manancial e o local onde o carneiro hidráulico será instalado;
- altura de recalque (H1): distância vertical entre o local onde o carneiro hidráulico será instalado e o nível da água no reservatório de distribuição.

Na prática, pode-se adotar:

Valor de: H H1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9
Encontraremos: r =	0,70	0,60	0,50	0,40	0,35	0,34	0,32	0,31

Exemplo:

Dados:

Vazão do manancial = 100 litros/minuto;

Altura de queda disponível : H= 2,0 metros;

Altura de recalque desejada: H1= 14,0 metros.

Resolução:

$$\text{Para } \frac{H}{H1} = \frac{2}{14} = \frac{1}{7}$$

e, consultando a tabela acima, determinamos o valor de r = 0,34.

Portanto, a quantidade de água possível de se recalcar para as condições impostas será:

Q = 100 x 0,34 = 34,0 litros/minuto.

Os fabricantes de carneiros hidráulicos fornecem catálogos onde estão indicadas as especificações técnicas dos modelos existentes, devendo sere consultados para a adequada escolha do equipamento mais conveniente a situação desejada.

Dados necessários para a instalação de um Carneiro Hidráulico:

- vazão do manancial;
- altura de queda disponível;
- altura de recalque desejada.
- distância entre o manancial e o local de instalação do carneiro hidráulico = comprimento da tubulação de alimentação.
- distância entre o local de instalação do carneiro hidráulico e o reservatório a ser abastecido = comprimento da tubulação de recalque.

- recomendações:

O comprimento da tubulação de alimentação deve ser aproximadamente igual à altura de recalque mais dez por cento, com a condição de que possua no mínimo, um comprimento equivalente a cinco vezes a altura de queda disponível.

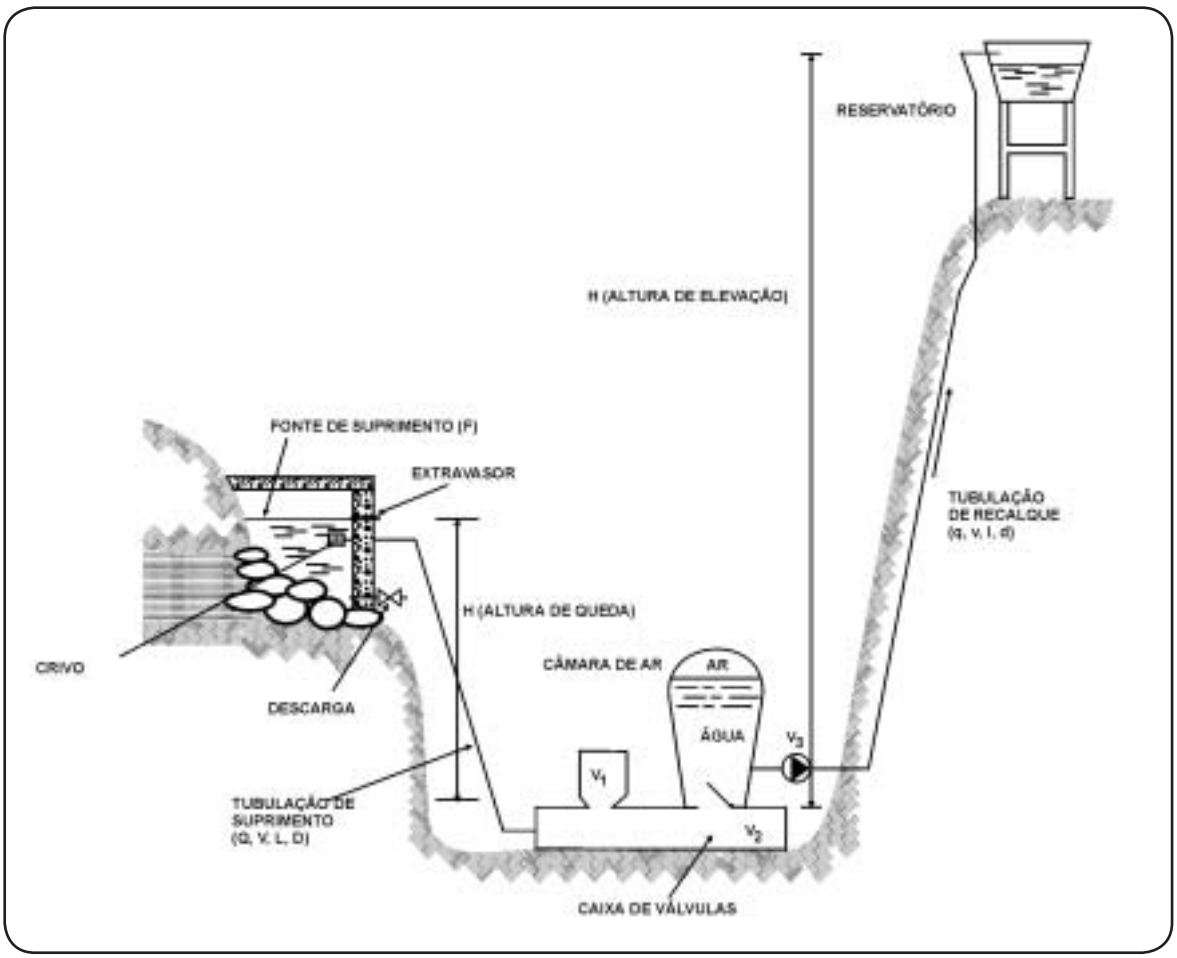
A tubulação deve ser instalada de forma a fazer uso do mínimo possível de curvas ou outras peças que possam aumentar a perda de carga no sistema de alimentação ou recalque.

Deve ser instalada uma válvula de retenção na tubulação de recalque, a uma distância de 0,50m a partir do carneiro hidráulico.

Cuidados especiais devem ser observados, com intuito de que o ar seja mantido dentro da câmara de aríete. Existem modelos de carneiros hidráulicos que possuem dispositivos especiais para a admissão contínua de ar, que são os mais recomendados. Para os modelos que não possuem os dispositivos para admissão contínua de ar, recomenda-se perfurar a tubulação de alimentação com uma broca de um a dois milímetros, a uma distância de 10 a 20 centímetros do carneiro hidráulico.

Quando a tubulação de alimentação for longa (ultrapasse 75 metros), deve ser instalada ao longo da mesma, um ou mais tubos na posição vertical, preferencialmente nos pontos de inflexão (pontos altos do caminhamento), com a extremidade superior aberta e a uma altura superior ao nível da água no manancial.

Figura 73 — Desenho esquemático da instalação de um carneiro (aríete) hidráulico



Fonte: Dacach, 1990.

2.10.7.10. Sistema fotovoltaico (energia solar)

Consiste no fornecimento de água por um sistema padrão de bombeamento solar compreendendo os módulos fotovoltaicos, e um conjunto motobomba, que pode ser submerso, de superfície ou de cavalete. Não são usadas baterias, e a água pode ser armazenada em reservatórios.

Pode ser utilizado para fornecimento de água para consumo humano melhorando as condições de vida nos seguintes locais:

- vilas distantes dos grandes centros e desprovidas de energia elétrica;
- casas de fazenda;
- áreas indígenas desprovidas de energia elétrica, etc.

Foto 9 — Conjunto de módulos fotovoltaicos e bomba submersa instalados em poço tubular profundo.

Tabela 10 — Comparação dos diveârsos tipos de bombas usadas em pequenos abastecimentos de água

Tipos de Bomba Indicador	Deslocamento			Velocidade			Ar Comprimido
	De êmbolo manual.	De êmbolo a motor ou cata-vento.	A engrenagem.	Centrífuga.	Turbina para poço profundo.	Ejetor	Compressor
Eficiência	Baixa; pode ser melhorada com cilindro de duplo efeito. 25%-60%	Baixa;pode ser melhorada com cilindro de duplo efeito. 25% — 60%.	Baixa.	Boa 50% — 85%.	Boa 65% — 80%.	Baixa 40%-60%	Baixa 25% — 60%.
Operação	Muito simples.	Simples.	Muito simples.	Mais difícil.	Mais difícil; requer cuidado.	Simples; falhas de ar podem trazer problemas.	Mais difícil; o compressor requer cuidado.
Manutenção	Simples, porém as válvulas do êmbolo requerem cuidado, mais difícil se o cilindro está no poço.	A mesma que a manual; a manutenção dos motores é às vezes difícil em zonas rurais.	Simples.	Simples, mas requer cuidado.	Mais difícil e constante; requer cuidado especializado.	Simples, mas requer cuidado.	O compressor requer cuidado permanente.
Capacidade litros/ minuto	10 — 50.	40 —100.	15 — 75.	Faixa muito ampla de cinco para cima.	Faixa muito ampla 100 a 20.000.	25 — 500.	25 — 10.000.
Elevação metros	Baixa.	Alta.	Baixa.	5 — 500.	20 — 500.	Baixa.	Baixa.
Custo	Baixo, porém maior quando o cilindro está dentro do poço.	Baixo, porém maior quando o cilindro está dentro do poço.	Razoável.	Razoável.	Alto, especialmente em poços profundos.	Razoável.	Razoável.
Vantagem	Baixa velocidade facilmente entendida por leigos; baixo custo.	Baixo custo; simples; baixa velocidade.	Simples; fácil de operar e de manter.	Eficiência, faixa ampla de capacidade e elevação	Boa para poços rasos e escavados a trado de pequeno diâmetro; operação fácil.	Partes móveis na superfície, de fácil operação e reparo.	Partes móveis na superfície; pode bombear água turva e com suspensões arenosas.
Desvantagem	Baixa eficiência; uso limitado; manutenção mais difícil quando o cilindro está no poço.	Baixa eficiência; uso limitado; manutenção mais difícil quando o cilindro está no poço.	Baixa eficiência; uso limitado.	Partes móveis e corpo requerem cuidado	Partes móveis no poço dispendiosas; requerem manutenção.	Aplicação limitada; baixa eficiência; partes móveis requerem cuidados.	Aplicação limitada; baixa eficiência; o compressor requer cuidado constante.
Força motora	Manual ou animal.	Vento, motor.	Manual, animal, vento, motor.	Motor.	Motor.	Motor.	Motor.

Tabela extraída do *Wolter Supply for Rural Areas* — F.G. Wagner — OMS, Genebra.

2.11. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água — NBR 10156.* Rio de Janeiro, 1987.

_____ . *Elaboração de projetos de reservatórios de distribuição de águas para abastecimento público — P-NB 593.* Rio de Janeiro, 1997.

_____ . *Elaboração de projetos hidráulicos de redes de distribuição de água potável para abastecimento público — P-NB 594.* Rio de Janeiro, 1997.

_____ . *Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água — NB 587.* Rio de Janeiro, 1989.

_____ . *Hipoclorito de Cálcio — EB-2187.* Rio de Janeiro, dez. 1991

_____ . *Hipoclorito de Sódio — EB 2132.* Rio de Janeiro, ago. 1991.

_____ . *NB 592.* Rio de Janeiro, 1989.

_____ . *Projeto de águas para abastecimento público — NB 591.* Rio de Janeiro, 1991.

_____ . *Projeto de captação de bombeamento de água para abastecimento público — NB 589.* Rio de Janeiro, 1990.

_____ . *Projeto de poço para captação de água subterrânea — NB 588.* Rio de Janeiro, 1990.

_____ . *Projeto de sistemas de bombeamento de água para abastecimento público — NB 590.* Rio de Janeiro, 1990.

_____ . *Segurança de escavação a céu aberto — NB 942. Rio de Janeiro, 1985.*

BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento.* Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental Para Os Municípios, 2).

BONHENBERGER, J. C. *Sistemas públicos de abastecimento de água.* Viçosa *:* Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Viçosa, 1993.

BONHENBERGER, J. C., MESSIAS, J. T. *Tabelas da perda de carga Unitária-Fórmula de Darcy-Weissbach.* Viçosa : Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, 1990.

BRASIL. Conama. Resolução 20, de 18 de junho de 1986. *Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.* Online. Disponível na Internet http://www.lei.adv.br/conama01.htm

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Monitorização das doenças diarréicas agudas :* diarréia — epidemiologia. Brasília, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 36, de 19 janeiro de 1990. Dispõe sobre as normas e padrões de potabilidade de água para consumo humano. *Diário Oficial da União,* Brasília, v.128, n.16, p.1651, 23 jan. 1990. Seção 1.

_____ . Portaria n. 134, de 24 de setembro de 1992. Dispõe sobre o registro de produto saneante domissanitário — "água sanitária". *Diário Oficial da União,* Brasília, v.130, n.186, p.13512, 28 set. 1992. Seção 1.

_____ . Portaria n. 1.469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Republicada *Diário Oficial da União,* Brasília, v.139, n.38E, p.39, 22 fev. 2001. Seção 1.

CARTILHA de saneamento : água. Rio de Janeiro : Secretaria de Saneamento e Assistência : Centro de Publicações Técnicas da Aliança : Missão Norte Americana de Cooperação Econômica e Técnica no Brasil : USAID, 1961.

CARVALHO, D. F. *Instalações elevatórias — bombas.* Belo Horizonte : Departamento de Engenharia Civil : IPUC, 1977. 355 p. il.

CARVALHO, J. R. *Fluoretação de águas de abastecimento público:* utilização do Fluossilicato de Sódio. Passos, MG : Coordenação Regional de Minas Gerais da Fundação Nacional de Saúde, 1994.

CASTRO, P. S., VALENTE, F. *Aspectos técnicos-científicos do manejo de bacias hidrográficas.* Viçosa : Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, 1997.

CETESB. *Guia de coleta e preservação de amostras de águas.* São Paulo, 1998. Cap. 3 e 5.

_____ . *Operação e manutenção de ETA* — vol. 2. São Paulo, 1973. (Patrocinado pelo convênio BNH/ABES/cetesb, 8).

DACACH, N. G. *Saneamento básico.* 3.ed. Rio de Janeiro : Editora Didática e Científica, 1990.

Di BERNARDO, L. *Métodos e técnicas de tratamento e água — vol. 2.* Rio de Janeiro : ABES, 1993. Cap. 15.

EXPERIMENTO realizado pela Fazenda Energética de Uberaba-MG. *Boletim*, N.1 — Bombeamento d'água : uso de catavento.

MANUAL técnico de instalações hidráulicas e sanitárias. São Paulo : PINI, 1987.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Guias para la calidade del água potable — vol. 3.* Washington : 1987. Anexo 3. p. 76-83.

PEREIRA Neto, J. T. *Ecologia, meio ambiente e poluição.* Viçosa : Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa, 1993.

PUPPI, I. *Estruturação sanitárias das cidades.* Curitiba : Universidade Federal do Paraná, 1981. 330 p. il.

RICHTER, C., AZEVEDO NETTO, J. M. *Tratamento de água : tecnologia atualizada.* São Paulo : Editora Edgard Blucher, 1991.

SAUDERS, R. J. *Abastecimento de água em pequenas comunidades :* aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento. Rio de Janeiro : ABES: BNH : Brasília : Codevasf, 1983. 252 p.

STANDART Methods for the Examination of water and wastewater — 19. ed. Washington : 1995. p. 1060-9060.

TÉCNICA de abastecimento e tratamento de água — vol. 2 : tratamento de água. 3. ed. São Paulo : Cetesb : Ascetesb, 1987.

VIANNA, M. R. *Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água.* Belo Horizonte : Instituto de Engenharia Aplicada, 1992.

Capítulo 3

Esgotamento sanitário

3.1. Considerações gerais

Os dejetos humanos podem ser veículos de germes patogênicos de várias doenças, entre as quais febre tifóide e paratifóide, diarréias infecciosas, amebíase, ancilostomíase, esquistossomose, teníase, ascaridíase, etc. Por isso, torna-se indispensável afastar as possibilidades de seu contato com:

- homem;
- águas de abastecimento;
- vetores (moscas, baratas);
- alimentos.

Observa-se que, em virtude da falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, criando, desse modo, situações favoráveis a transmissão de doenças.

A solução recomendada é a construção de privadas com veiculação hídrica, ligadas a um sistema público de esgotos, com adequado destino final. Essa solução é, contudo, impraticável no meio rural e às vezes difícil, por razões principalmente econômicas, em muitas comunidades urbanas e suburbanas. Nesses casos são indicadas soluções individuais para cada domicílio.

3.1.1. Importância sanitária

Sob o aspecto sanitário, o destino adequado dos dejetos humanos visa, fundamentalmente, ao controle e à prevenção de doenças a eles relacionadas.

As soluções a serem adotadas terão os seguintes objetivos:

- evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água;
- evitar o contato de vetores com as fezes;
- propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população;
- promover o conforto e atender ao senso estético.

3.1.2. Importância econômica

A ocorrência de doenças, principalmente as doenças infecciosas e parasitárias ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, podem levar o homem a inatividade ou reduzir sua potencialidade para o trabalho.

Assim sendo, são considerados os seguintes aspectos:

- aumento da vida média do homem, pela redução da mortalidade em conseqüência da redução dos casos de doenças;
- diminuição das despesas com o tratamento de doenças evitáveis;
- redução do custo do tratamento da água de abastecimento, pela prevenção da poluição dos mananciais;
- controle da poluição das praias e dos locais de recreação com o objetivo de promover o turismo;
- preservação da fauna aquática, especialmente os criadouros de peixes.

3.2. Esgotos domésticos

3.2.1. Conceito

O esgoto doméstico é aquele que provem principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõe de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

3.2.2. Características dos excretas

As fezes humanas compõem-se de restos alimentares ou dos próprios alimentos não transformados pela digestão, integrando-se as albuminas, as gorduras, os hidratos de carbono e as proteínas. Os sais e uma infinidade de microorganismos também estão presentes.

Na urina são eliminadas algumas substâncias, como a uréia, resultantes das transformações químicas (metabolismo) de compostos nitrogenados (proteínas).

As fezes e principalmente a urina contêm grande percentagem de água, além de matéria orgânica e inorgânica. Nas fezes está cerca de 20% de matéria orgânica, enquanto na urina 2,5%.

Os microorganismos eliminados nas fezes humanas são de diversos tipos, sendo que os coliformes (*Escherichia coli, Aerobacter aerogenes e o Aerobacter cloacae*) estão presentes em grande quantidade, podendo atingir um bilhão por grama de fezes.

3.2.3. Características dos esgotos

3.2.3.1. Características físicas

As principais características físicas ligadas aos esgotos domésticos são: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão.

a) matéria sólida: os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos. É devido a esse percentual de 0,1% de sólidos que ocorrem os problemas de poluição das águas, trazendo a necessidade de se tratar os esgotos;

b) temperatura: a temperatura do esgoto é, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento. A velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura;

c) odor: os odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico do esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico;

d) cor e turbidez: a cor e turbidez indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor preta é típica do esgoto velho;

e) variação de vazão: a variação de vazão do efluente de um sistema de esgoto doméstico é em função dos costumes dos habitantes. A vazão doméstica do esgoto é calculada em função do consumo médio diário de água de um indivíduo. Estima-se que para cada 100 litros de água consumida, são lançados aproximadamente 80 litros de esgoto na rede coletora, ou seja 80%.

3.2.3.2. Características químicas

As principais características químicas dos esgotos domésticos são: matéria orgânica e matéria inorgânica.

a) matéria orgânica: cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica, geralmente esses compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, e algumas vezes com nitrogênio.

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos por: - compostos de: proteínas (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e óleos (10%) e uréia, sulfatans, fenóis, etc.

- as proteínas: são produtoras de nitrogênio e contêm carbono, hidrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforos, enxofre e ferro. As proteínas são o principal constituinte de organismo animal, mas ocorrem também em plantas. O gás

sulfídrico presente nos esgotos é proveniente do enxofre fornecido pelas proteínas;

- os Carboidratos: contêm carbono, hidrogênio e oxigênio. São as principais substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com a produção de ácidos orgânicos, (por esta razão os esgotos velhos apresentam maior acidez);
- gordura: é o mesmo que matéria graxa e óleos, provem geralmente do esgoto doméstico graças ao uso de manteiga, óleos vegetais, da carne, etc;
- os sulfatans; são constituídos por moléculas orgânicas com a propriedade de formar espuma no corpo receptor ou na estação de tratamento de esgoto;
- os Fenóis: são compostos orgânicos originados em despejos industriais.

b) matéria inorgânica

Nos esgotos é formada principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas.

3.2.3.3. Características biológicas

As principais características biológicas do esgoto doméstico são: microorganismos de águas residuais e indicadores de poluição.

a) microorganismos de águas residuais

Os principais organismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas.

Deste grupo as bactérias são as mais importantes, pois são responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas estações de tratamento.

b) indicadores de poluição

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição.

Para indicar no entanto a poluição de origem humana usa-se adotar os organismos do grupo coliforme como indicadores.

As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos) e por estarem presentes nas fezes humanas (100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia) e de simples determinação, são adotadas como referência para indicar e medir a grandeza da poluição. Seria por demais trabalhoso e antieconômico se realizar análises para determinar a presença de patogênicos no esgoto; ao invés disto se determina a presença de coliformes e, por segurança, se age como se os patogênicos também estivessem presentes.

3.2.4. Produção de esgoto em função da oferta de água

3.2.4.1. Pouca oferta de água

Nessas condições a água utilizada para consumo, geralmente é obtida em torneiras públicas ou fontes distantes acarretando um grande esforço físico para o transporte até os domicílios.

O esgoto produzido nessa condição é praticamente formado por excretas que normalmente podem ser lançados em fossas secas, estanque ou de fermentação.

3.2.4.2. Muita oferta de água

A presença de água em abundância aumenta a produção de esgoto. Nessa condição os esgotos produzidos necessitam de uma destinação mais adequada onde deve ser levado em conta: a vazão, tipo de solo, nível do lençol, tipo de tratamento (primário, secundário ou terceário), etc.

3.2.5. Bactéria aeróbica e anaeróbica

O oxigênio é essencial a todo ser vivo para a sua sobrevivência. Na atmosfera encontramos o oxigênio necessário aos organismos terrestres e o oxigênio para os organismos aquáticos se encontram dissolvidos na água. Por maior que seja a poluição atmosférica, o teor de oxigênio no ar (21%) não será tão afetado, já havendo poluição orgânica (esgoto) na água o oxigênio dissolvido pode até desaparecer, trazendo grandes prejuízos à vida aquática.

Como qualquer ser vivo, as bactérias também precisam de oxigênio. As bactérias aeróbias utilizam-se do oxigênio livre na atmosfera ou dissolvidos na água, porém as bactérias anaeróbias para obtê-lo terão que desdobrar (abrir) substâncias compostas. Também existe as bactérias facultativas, que podem viver do oxigênio livre ou combinado. Esses três tipos de bactérias encontram-se normalmente no solo e podem ser patogênicos ou saprófitas que vivem exclusivamente às custas de matéria orgânica morta.

3.2.6. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

É a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto ou em outras palavras; medir a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica com a cooperação de bactérias aeróbias. Quanto maior o grau de poluição orgânica maior será a DBO. A DBO vai reduzindo-se gradativamente durante o processo aeróbio até anular-se, quando então a matéria orgânica estará totalmente estabilizada. Normalmente a uma temperatura de 20°C, e após 20 dias, é possível estabilizar 99,0% da matéria orgânica dissolvida ou em estado coloidal. Em geral a DBO dos esgotos

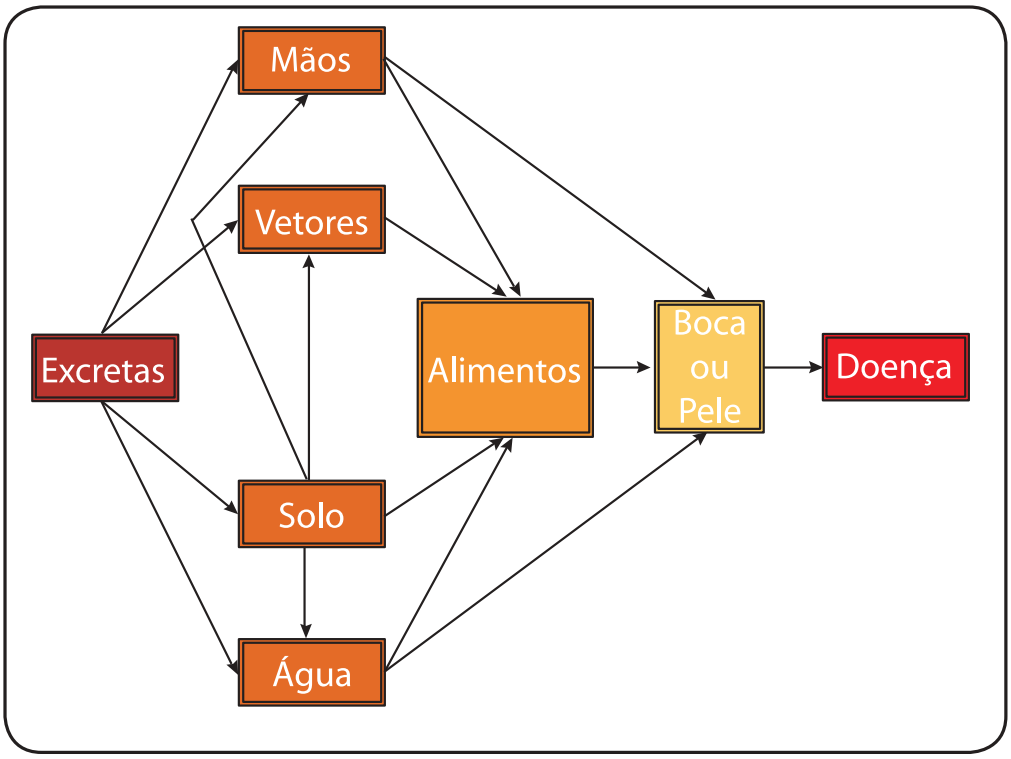
domésticos varia entre 100mg/L e 300mg/L, em outras palavras o número em mg indica a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar bioquimicamente a matéria orgânica presente no esgoto.

3.3. Conceito de contaminação

Introdução, no meio, de elementos em concentrações nocivas à saúde dos seres humanos, tais como: organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas.

- Fluxo de contaminação fecal

Figura 74 — Modo de propagação de doença por excretas humanos



Fonte: Adaptado Dacach, 1990.

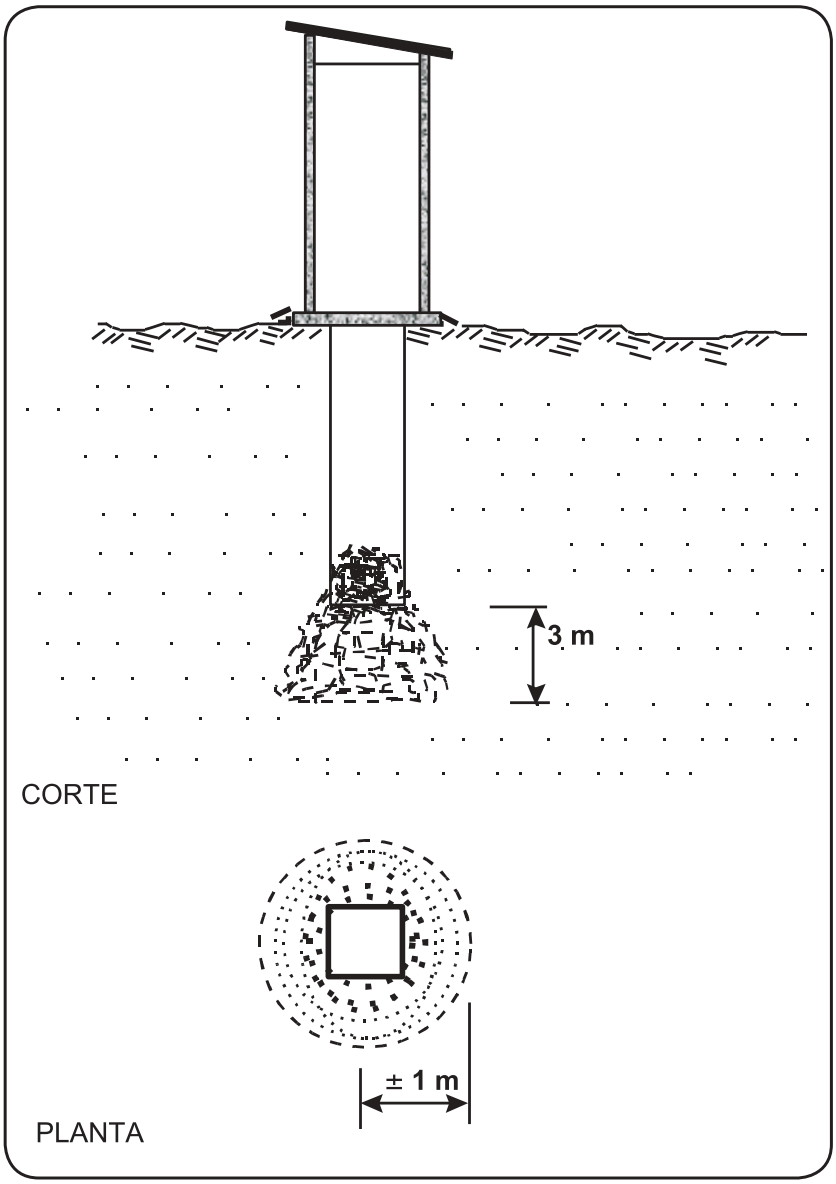
3.4. Sobrevivência das bactérias

A sobrevivência das bactérias, no solo, varia bastante; assim, o bacilo tifoídico resiste sete dias no esterco, 22 dias em cadáveres enterrados, 15 a 30 dias em fezes, 70 dias em solo úmido e 15 dias em solo seco; o bacilo disentérico, oito dias em fezes sólidas, 70 dias em solo úmido e 15 dias em solo seco.

3.4.1. Disseminação de bactérias no solo

A Disseminação horizontal é quase nula chegando a 1m de raio; a vertical atinge, no máximo, a 3m em terreno sem fenda.

Figura 75 — Disseminação das bactérias no solo



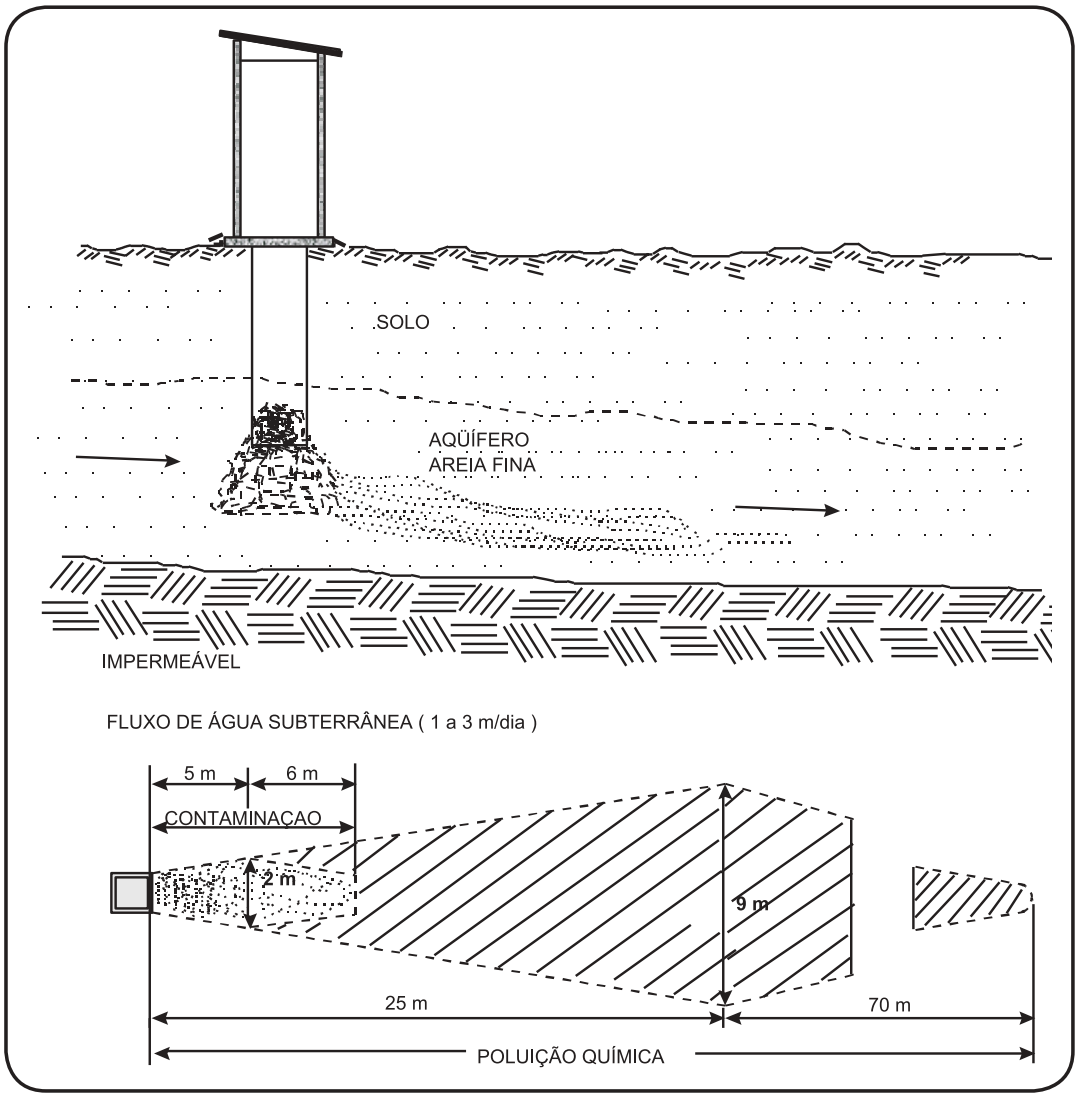
3.4.2. Disseminação de bactérias em águas subterrâneas

Como regra geral, é imprevisível. Poderá, entretanto, ser determinada no local, por meio do teste de fluoresceína.

A água subterrânea com um fluxo de 1m a 3m por dia pode resultar no arrastamento de bactérias a uma distância de 11m no sentido do fluxo.

A própria natureza encarrega-se de um processo dito de autodepuração. Contudo, o aumento da densidade humana dificulta a autodepuração e obriga o homem a sanear o ambiente onde vive, para acelerar a destruição dos germes patogênicos e precaver-se contra doenças.

Figura 76 - Disseminação das bactérias em águas subterrâneas



3.5. Estabilização dos excretas

Os excretas humanos possuem matéria orgânica, instável, constituída de poucas substâncias simples como hidrogênio (H), oxigênio (O), azoto (Az), Carbono (C), enxofre (S) e fósforo (P), que combinadas de diversas maneiras e proporções formam a imensa variedade de compostos orgânicos em estado sólido, líquido e gasoso.

Os excretas lançados no solo, sofrem ação de natureza bioquímica, pela presença de bactérias saprófitas, até sua mineralização.

A decomposição aeróbia (oxidação) acontece quando a matéria orgânica está em íntimo contato com o oxigênio livre. Quando a massa orgânica colocada em contato com o ar for muito espessa, a oxidação só acontecerá na superfície livre e conseqüentemente o seu interior sofrerá decomposição anaeróbia (redução) devido a falta de oxigênio. Entretanto, se a mesma massa for diluída em grande volume de água contendo oxigênio dissolvido, a decomposição pode ser totalmente aeróbia, porque essas condições propiciam um íntimo contato das substâncias orgânicas tanto com o oxigênio como com as bactérias aeróbias.

Além da decomposição aeróbia não produzir maus odores, processa-se em período de tempo menor que a anaeróbia. A decomposição anaeróbia, para total estabilização da matéria orgânica, requer várias semanas e até meses, enquanto a aeróbia pode efetivar-se em termos de horas.

Como a decomposição anaeróbia produz gases fétidos (gás sulfídrico, mercaptano, etc.), costuma-se dizer que a matéria está em putrefação ou estado séptico.

A matéria orgânica depois de estabilizada pode ser assimilada pelas plantas e estas ingeridas como alimentos pelo homem e pelos animais, cujas excreções são novamente desdobradas e finalmente estabilizadas, fechando-se o ciclo que se repete indefinidamente.

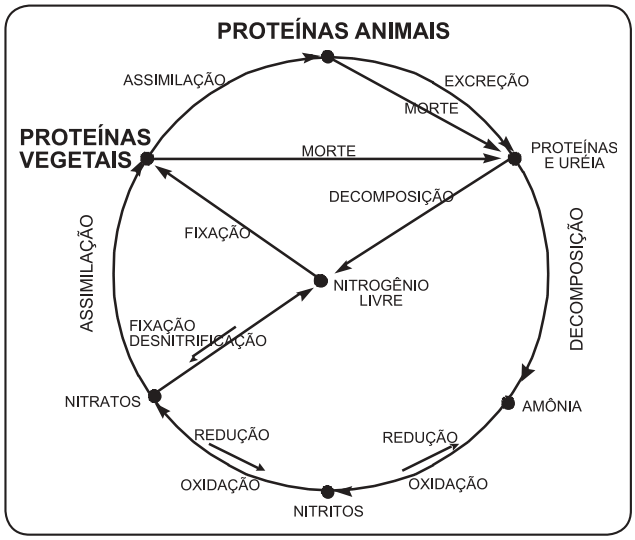
O ciclo da decomposição (ciclo da vida e da morte) pode ser representado pelos principais componentes da matéria orgânica (Carbono, Nitrogênio e Enxofre).

3.5.1. Ciclo do nitrogênio

O solo contém uma flora bacteriana abundante, sendo quase toda composta de bactérias saprófitas. Ele oferece, geralmente, condições desfavoráveis à multiplicação dos germes patogênicos e até mesmo à sua existência por muito tempo. A matéria orgânica, uma vez no solo, sofre transformações regulares, conhecidas como "ciclo da matéria orgânica". Exemplo típico é o ciclo do nitrogênio, que é apresentado esquematicamente na figura 77, tomando as proteínas animais ou vegetais como fonte de nitrogênio:

- pela morte do animal ou do vegetal, os resíduos orgânicos (dejetos) sofrem sua primeira transformação;
- a seguir, pela ação das bactérias de putrefação sobre o cadáver ou os excretas, são produzidos gases como nitrogênio amoniacal (NH_3 - amônia);
- pela ação de bactérias aeróbias (oxidantes ou nitrificantes), presentes no solo, são produzidos, sucessivamente, nitritos e nitratos;
- fechando o ciclo, há absorção dos nitratos pelas raízes dos vegetais e destes pelos animais, recomeçando o ciclo.

Figura 77 — Ciclo do nitrogênio



Fonte: Dacach, 1990.

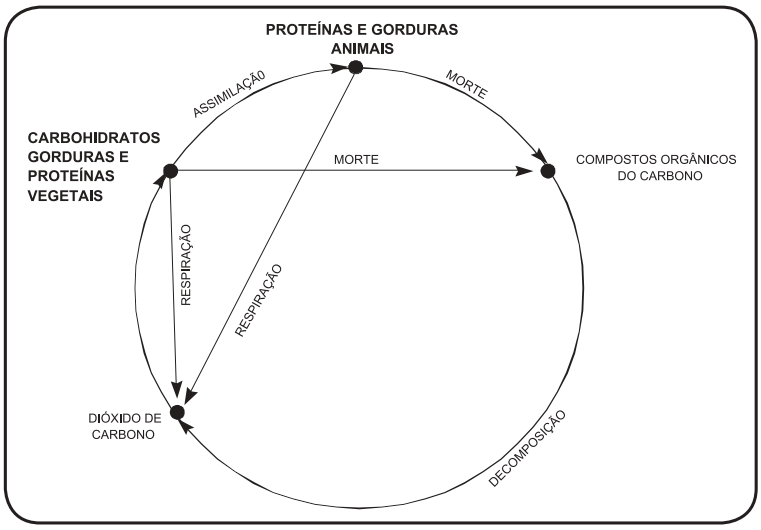
3.5.2. Ciclo do carbono

A matéria orgânica, carbonatada dos excretas ou de animais e vegetais mortos, decompõe produzindo gás carbônico ou carbonatos.

Durante o dia, pela presença dos raios solares, a clorofila entra em ação e o dióxido de carbono é assimilado formando carboidratos, que se transformarão em gorduras e proteínas. À noite as plantas , durante o seu processo de respiração, absorvem o oxigênio (O_2) e liberam o gás carbônico (CO_2).

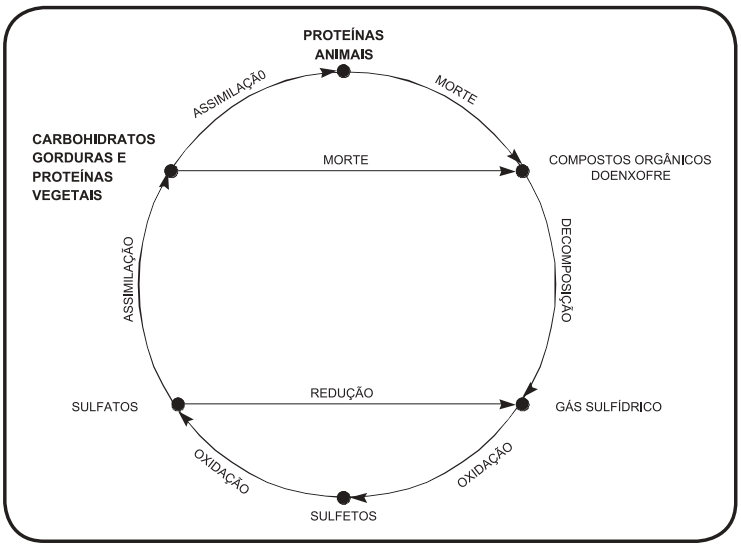
Os animais, se alimentando de produtos vegetais, transformam a matéria orgânica vegetal em animal, produzindo resíduos. Quando morrem, fecha-se o ciclo da vida e da morte em relação ao carbono (C).

Figura 78 — Ciclo do carbono



Fonte: Dacach, 1990.

Figura 79 — Ciclo do enxofre



Fonte: Dacach, 1990.

3.5.3. Ciclo do enxofre

Com a morte dos vegetais e animais, ou pelos excretas, as proteínas dão origem a compostos de enxofre, como o gás sulfídrico, que depois de sofrerem oxidação, formam os sulfatos.

A oxidação do gás sulfídrico é possível pela presença de certas bactérias (Beggiatoa e a Thiothrix) que necessitam do mesmo para sobreviver.

3.6. Doenças relacionadas com os esgotos

É grande o número de doenças cujo controle está relacionado com o destino inadequado dos dejetos humanos. Citaremos entre as principais: ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarréia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrongiloidíase, febre tifóide, febre paratifóide, salmonelose, teníase e cisticercose.

3.6.1. Modos de transmissão

a) pelo contato direto da pele com o solo contaminado por larvas de helmintos, provenientes de fezes de portadores de parasitoses: as fezes do homem doente, portador de ancilostomose e estrongiloidose contém ovos dos parasitas que, uma vez no solo, eclodem, libertando as larvas; estas aguardam a oportunidade de penetrar na pele de outra pessoa, vindo localizar-se no seu intestino depois de longo trajeto por vários órgãos;

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privadas evitando a contaminação da superfície do solo.

b) pelo contato direto da pele com coleções de água contaminada por cercárias:

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privada evitando a contaminação das águas de superfície (lagoas, córregos, etc.). Evitar o banho em córregos e lagos, nas regiões onde houver prevalência de esquistossomose;

c) pela ingestão de alimentos e água contaminados diretamente pelos dejetos: é o modo de transmissão da ascaridíase, da amebíase, das febres tifóide e paratifóide e de outras doenças.

Exemplo de medidas de controle:

- lavar frutas e verduras em água potável;
- evitar a contaminação por fezes das águas de irrigação;
- desinfecção da água para consumo humano;
- proteger mananciais e fontes de água destinados ao consumo humano;

d) pela ingestão de alimentos contaminados por vetores: entre as doenças veiculadas pelos vetores, citam-se: diarréias infecciosas, febre tifóide e paratifóide.

Exemplo de medidas de controle:

- proteger os alimentos e eliminar os focos de proliferação de vetores;

e) pela ingestão de alimentos diretamente contaminados pela mão de homem, por falta de higiene pessoal: é o principal modo de transmissão das diarréias infecciosas, que são as grandes responsáveis pela alta mortalidade infantil.

Exemplo de medida de controle:

- lavar as mãos, após o uso da privada e troca de fraldas das crianças, antes de lidar com alimentos e antes das refeições;

f) pela ingestão de carnes suínas e bovinas contaminadas com cisticercos viáveis: a *Taenia solium* (do porco) e a *Taenia saginata* (do boi) enquista-se nos tecidos dos mesmos, sob a forma de larvas (cisticercos). Uma vez ingerida pelo homem a carne crua ou mal cozida, contaminada com cistecercos, este adquire a teníase. A Taenia solium ou saginata fixa-se pelo escólex à mucosa do terço médio do intestino delgado, dispondo o restante do corpo ao longo da luz intestinal. Desenvolvendo o verme adulto, expulsando diariamente de quatro a oito proglotes (anéis) contendo em média 50 a 80 mil ovos, em cada proglotes.

A cistecercose humana se dá pela ingestão de ovos de *T.Solium* presentes em mãos, água e alimentos contaminados da mesma forma que a suína, havendo no entanto, uma predileção pelo sistema nervoso central.

Exemplo de medidas de controle:

- uso de privadas, evitando a contaminação das pastagens e impedindo a ingestão de fezes pelos porcos; cozinhar bem as carnes fornecidas em localidades onde o abate de animais é feito sem inspeção sanitária.

Quadro 10 — Riscos relacionados por contaminação de fezes

Doenças	Agente patogênico	Transmissão	Medidas
Bactéria			
Febre tifóide e paratifóide	*Salmonella typhi e paratyphi*		Abastecimento de água (implantação e/ou ampliação de sistema)
Cólera	*Vibrio cholerae* O1 e O139		
Diarréia aguda	*Shigella sp. Escherichia coli, Campylobacter e Yersinia enterocolitica*		
Vírus			
Hepatite A e E	*Vírus da hepatite A*		Imunização
Poliomielite	*Vírus da poliomielite*	Fecal-oral em relação a água	Qualidade da água/desinfecção
Diarréia aguda	*Vírus Norwalk* *Rotavírus* *Astrovirus* *Adenovírus* *Calicivirus*		
Protozoário			
Diarréia aguda	*Entamoeba histolytica* *Giardia lamblia* *Cryptosporidium spp.* *Balantidium coli*		Instalações sanitárias (implantação e manutenção)
Toxoplasmose	*Toxoplasma gondi*		
Helmintos			
Ascaridíase	*Ascaris lumbricoides*	Fecal-oral em relação ao solo (geohelmintose)	Esgotamento sanitário (implantação e/ou ampliação de sistema)
Tricuríase	*Trichuris trichiura*		
Ancilostomíase	*Ancylostoma duodenale*		
Esquistossomose	*Schistosoma mansoni*	Contato da pele com água contaminada	
Teníase	*Taenia solium* *Taenia saginata*	Ingestão de carne mal cozida	
Cistecercose	*Taenia solium*	Fecal-oral, em relação a água e alimentos contaminados	Higiene dos alimentos

Fonte: Adaptado Barros, 1995.

3.7. Capacidade de absorção do solo

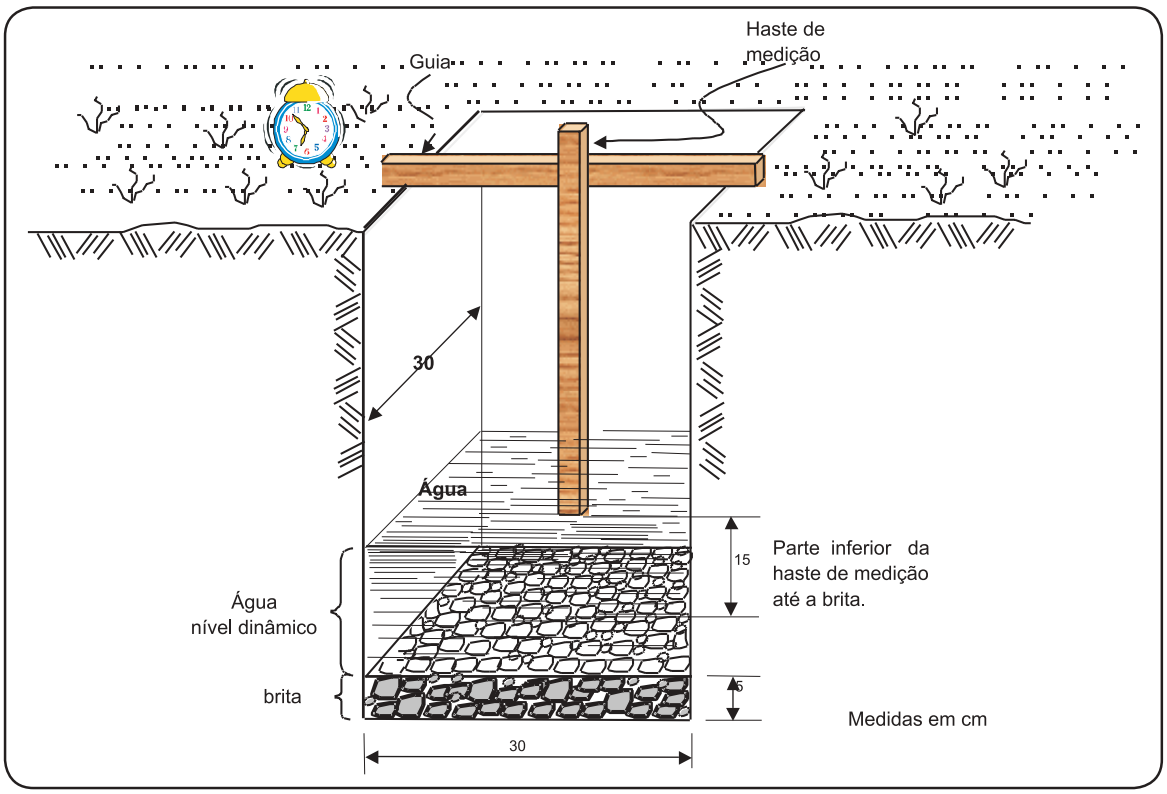
3.7.1. Características do solo

Os componentes do solo são areia, silte e argila. O tamanho das partículas governa o tamanho dos poros do solo, os quais, por sua vez, determinam o movimento da água através do mesmo. Quanto maiores as partículas constituintes do solo, maiores os poros e mais rápida será a absorção.

3.7.2. Teste de absorção do solo

Sua finalidade é fornecer o coeficiente de percolação do solo, o qual é indispensável para o dimensionamento de fossas absorventes e campos de absorção.

Figura 80 — Teste de percolação

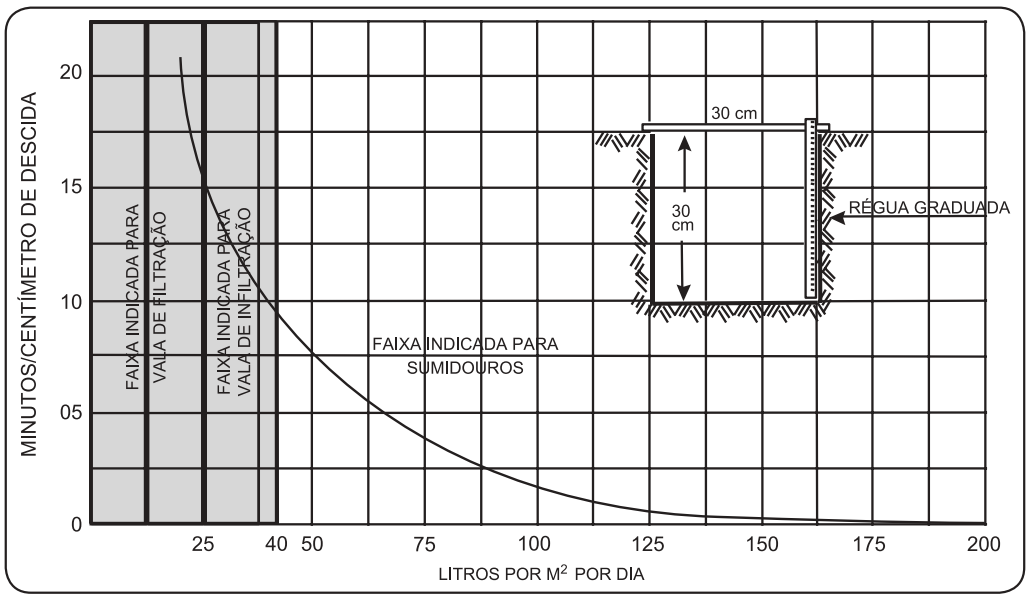


a) execução do teste:

- cavar um buraco de 30cm x 30cm cuja profundidade deve ser a do fundo da vala, no caso do campo de absorção ou a profundidade média, em caso de fossa absorvente;
- colocar cerca de 5cm de brita miúda no fundo do buraco;
- encher o buraco de água e esperar que seja absorvida;

- repetir a operação por várias vezes, até que o abaixamento do nível da água se torne o mais lento possível;
- medir, com um relógio e uma escala graduada em cm, o tempo gasto, em minutos, para um abaixamento de 1cm. Este tempo (t) é, por definição, o tempo de percolação (tempo medido à profundidade média);
- de posse do tempo (t), pode-se determinar o coeficiente de percolação.

Figura 81 — Gráfico para determinar coeficiente de percolação



3.7.2.1. Coeficiente de infiltração (C_i)

Por definição, o coeficiente de infiltração representa o número de litros que 1m² de área de infiltração do solo é capaz de absorver em um dia.

O coeficiente (C_i) é fornecido pelo gráfico acima ou pela seguinte fórmula:

$$C_i = \frac{490}{t + 2,5}$$

a) exemplos para achar o coeficiente de infiltração:

1. O teste de infiltração de um terreno indicou o tempo (t) igual a quatro minutos para o abaixamento de 1cm na escala graduada. Qual o coeficiente de infiltração do terreno?

$$C_i = \frac{490}{t+2,5} = \frac{490}{4+2,5} = \frac{490}{6,5} = 75,4 \text{ litros/m}^2\text{/dia}$$

O coeficiente de infiltração varia de acordo com os tipos de solo, conforme indicado na tabela 11:

Tabela 11 — Absorção relativa do solo

Tipos de solos	Coeficiente de infiltração litros/ m^2 x Dia	Absorção relativa
Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.	maior que 90	Rápida
Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Menor que 20	Impermeável

Fonte: ABNT - NBR-7229/93.

b) exemplo de cálculo para dimensionamento de sumidouro:

- uma casa com oito pessoas contribui com 1.200 litros de efluente por dia. Calcular a área necessária das paredes do sumidouro, sabendo-se que o coeficiente de infiltração (Ci) do terreno é de 75,4 litros/m2/dia.

$$Af = \frac{Ve}{C_i} = \frac{1.200}{75,4} = 15,9m^2$$

- calcular a profundidade do sumidouro de forma cilíndrica com 1,50m de diâmetro.

$$Af = \pi.D.h \quad .. \quad h = \frac{Af}{\pi.\ D} = \frac{15,9}{3,14\ .\ 1,50} = 3,37m$$

Tabela 12 — Áreas laterais dos sumidouros

Diâmetro em metros	Profundidade útil em metros																			
	0.50	**0.60**	**0.70**	**0.80**	**0.90**	**1.00**	**1.10**	**1.20**	**1.30**	**1.40**	**1.50**	**1.60**	**1.70**	**1.80**	**1.90**	**2.00**	**2.25**	**2.50**	**2.75**	**3.00**
0.50	0.785	0.942	1.099	1.256	1.413	1.570	1.727	1.884	2.041	2.198	2.355	2.512	2.669	2.826	2.983	3.140	3.535	3.925	4.317	4.710
0.60	0.942	1.130	1.319	1.507	1.696	1.884	2.072	2.260	2.449	2.637	2.826	3.014	3.203	3.391	3.579	3.678	4.239	4.710	5.181	5.652
0.70	1.099	1.319	1.539	1.78	1.978	2.198	2.418	2.637	2.857	3.077	3.297	3.517	3.737	3.956	4.176	4.396	4.945	5.495	6.045	6.594
0.80	1.256	1.507	1.758	2.009	2.261	2.512	2.763	3.014	3.265	3.517	3.768	4.019	4.270	4.521	4.773	5.024	5.652	6.280	6.908	7.536
0.90	1.413	1.696	1.978	2.261	2.543	2.826	3.108	3.391	3.674	3.956	4.239	4.521	4.804	5.087	5.369	5.652	6.358	7.065	7.772	8.478
1.00	1.570	1.884	2.198	2.512	2.862	3.140	3.454	3.768	4.082	4.396	4.710	5.024	5.338	5.652	5.966	6.280	7.065	7.850	8.635	9.423
1.10	1.727	2.072	2.418	2.763	3.108	3.454	3.799	4.145	4.490	4.836	5.181	5.526	5.872	6.217	6.563	6.908	7.772	8.635	9.498	10.362
1.20	1.884	2.261	2.637	3.014	3.391	3.768	4.145	4.522	4.898	5.275	5.652	6.029	6.406	6.782	7.159	7.536	8.478	9.420	10.362	11.304
1.30	2.041	2.449	2.857	3.265	3.674	4.082	4.490	4.898	5.307	5.715	6.123	6.531	6.939	7.348	7.756	8.164	9.184	10.205	11.225	12.246
1.40	2.198	2.637	3.077	3.517	3.956	4.396	4.836	5.275	5.715	6.154	6.594	7.034	7.473	7.913	8.352	8.792	9.891	10.990	12.089	13.188
1.50	2.355	2.826	3.297	3.768	4.239	4.710	5.181	5.652	6.123	6.594	7.065	7.536	8.007	8.478	8.949	9.420	10.597	11.775	12.953	14.130
1.60	2.512	3.014	3.517	4.019	4.522	5.024	5.526	6.029	6.531	7.034	7.536	8.038	8.541	9.043	9.546	10.048	11.304	12.560	13.816	15.072
1.70	2.669	3.203	3.737	4.270	4.804	5.338	5.872	6.406	6.939	7.473	8.007	8.541	9.075	9.608	10.142	10.676	12.010	13.345	14.679	16.014
1.80	2.826	3.391	3.956	4.522	5.087	5.652	6.217	6.782	7.348	7.913	8.478	9.043	9.608	10.174	10.739	11.304	12.717	14.130	15.543	16.956
1.90	2.983	3.580	4.176	4.773	5.369	5.966	6.563	7.159	7.756	8.352	8.949	9.546	10.142	10.739	11.335	11.932	13.423	14.915	16.406	17.898
2.00	3.140	3.768	4.396	5.024	5.652	6.280	6.908	7.536	8.164	8.792	9.420	10.048	10.676	11.304	11.932	12.560	14.130	15.700	17.270	18.840
2.25	3.532	4.239	4.945	5.652	6.358	7.065	7.772	8.478	9.185	9.891	10.597	11.304	12.010	12.717	13.423	14.130	15.896	17.663	19.429	21.195
2.50	3.925	4.710	5.495	6.280	7.065	7.850	8.635	9.420	10.205	10.990	11.775	12.560	13.345	14.130	14.915	15.700	17.662	19.625	21.587	23.550
2.75	4.317	5.181	6.044	6.908	7.771	8.635	9.498	10.362	11.225	12.089	12.952	13.816	14.679	15.543	16.406	17.270	19.429	21.587	23.746	25.905
3.00	4.710	5.652	6.594	7.536	8.478	9.420	10.362	11.304	12.250	13.190	14.130	15.070	16.010	16.960	17.900	18.840	21.190	23.550	25.900	28.260

3.8. Soluções individuais para tratamento e destinação final dos esgotos domésticos

3.8.1. Onde não existe água encanada

3.8.1.1. privada com fossa seca

3.8.1.1.1. Definição

A privada de fossa seca compreende a casinha e a fossa seca escavada no solo, destinada a receber somente os excretas, ou seja, não dispõe de veiculação hídrica. As fezes retida no interior se decompõe ao longo do tempo pelo processo de digestão anaeróbia.

Figura 82 — Privada convencional com fossa seca

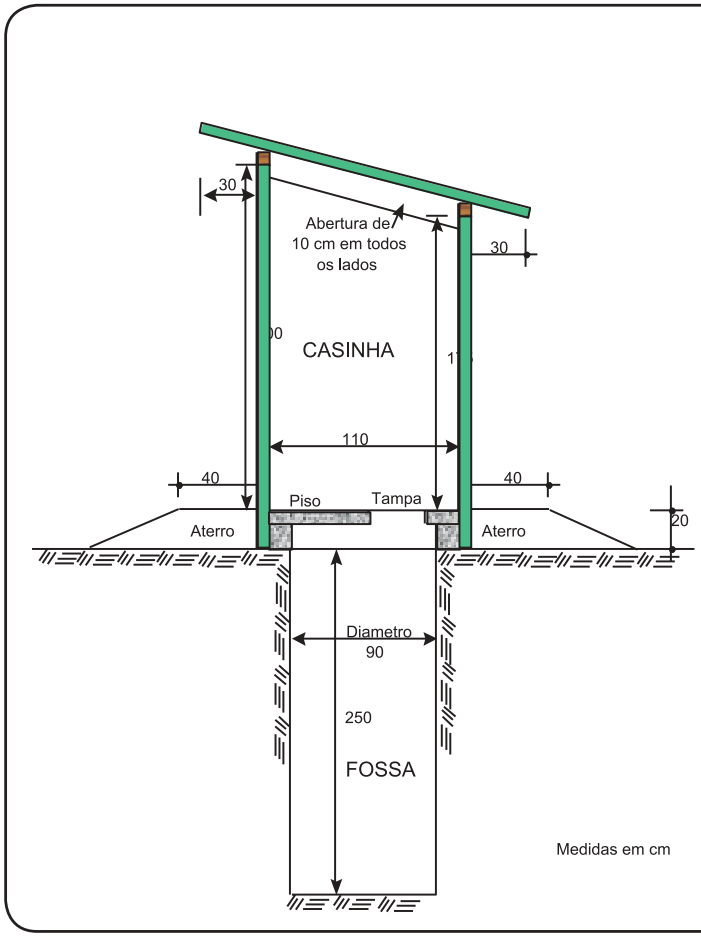
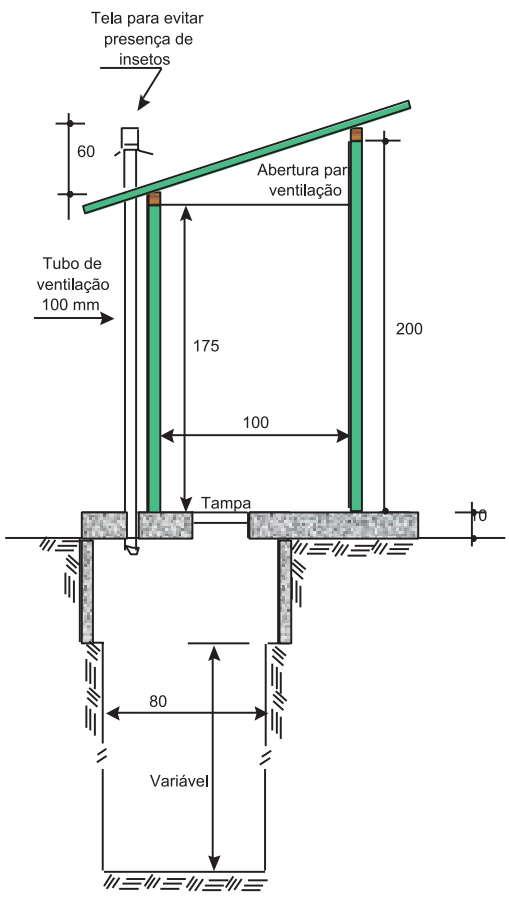


Figura 83 — Privada com fossa seca ventilada



3.8.1.1.2. Localização

Lugares livres de enchentes e acessíveis aos usuários. Distante de poços e fontes e em cota inferior a esses mananciais, a fim de evitar a contaminação dos mesmos. A distância varia com o tipo de solo e deve ser determinada localmente. Adotar uma distância mínima de segurança, estimada em 15 metros.

Figura 84 — Localização da fossa seca

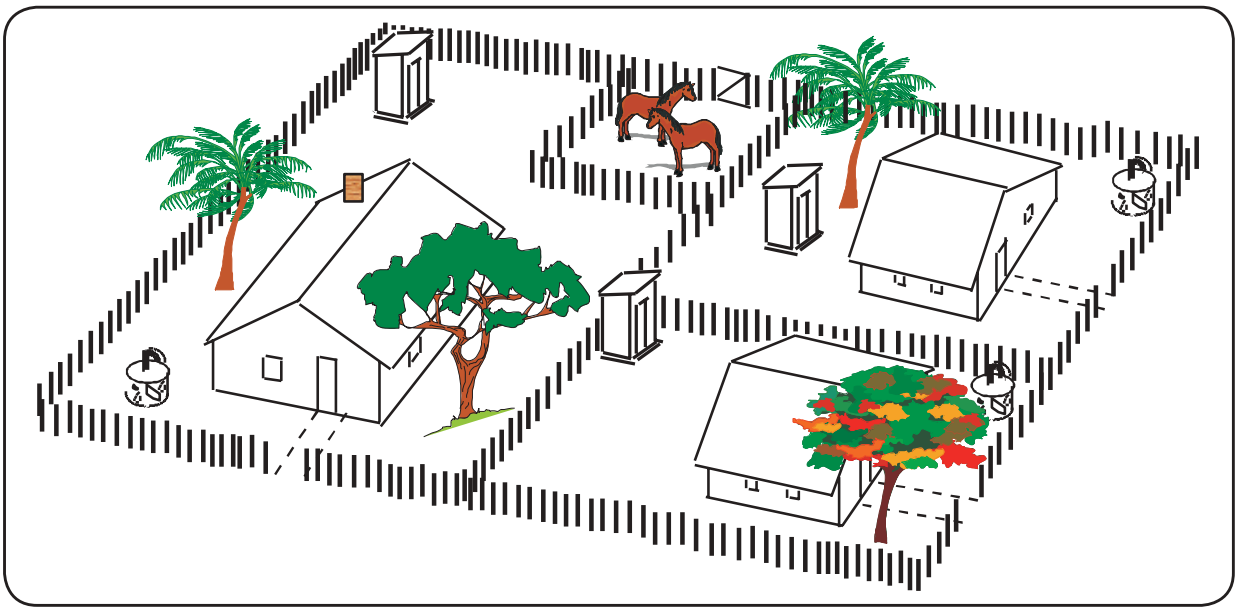
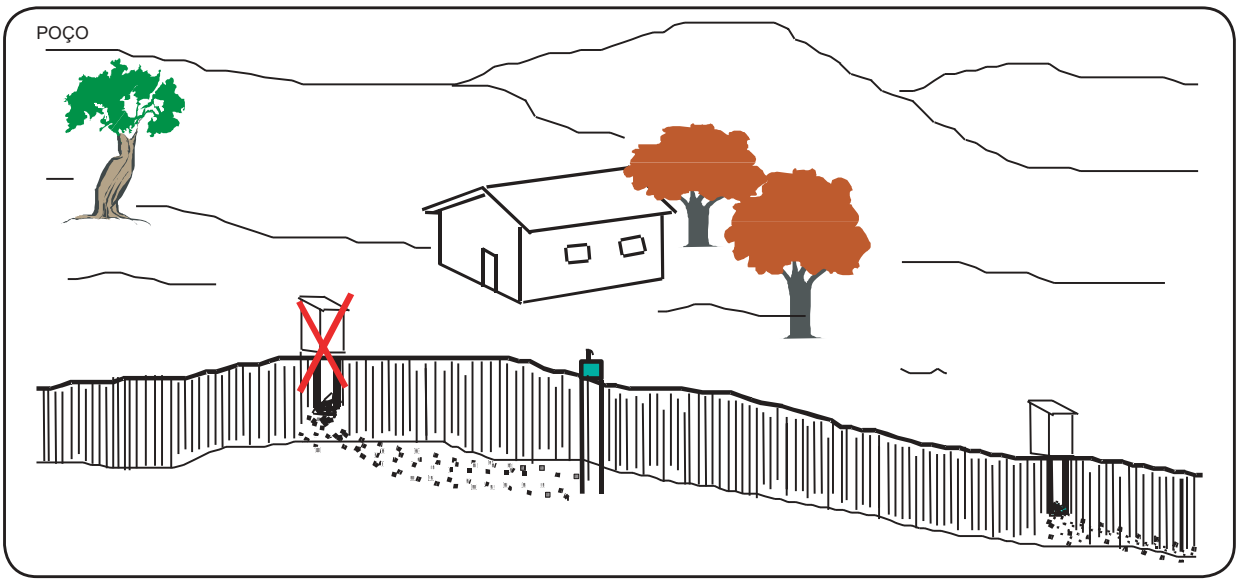


Figura 85 — Localização da fossa seca

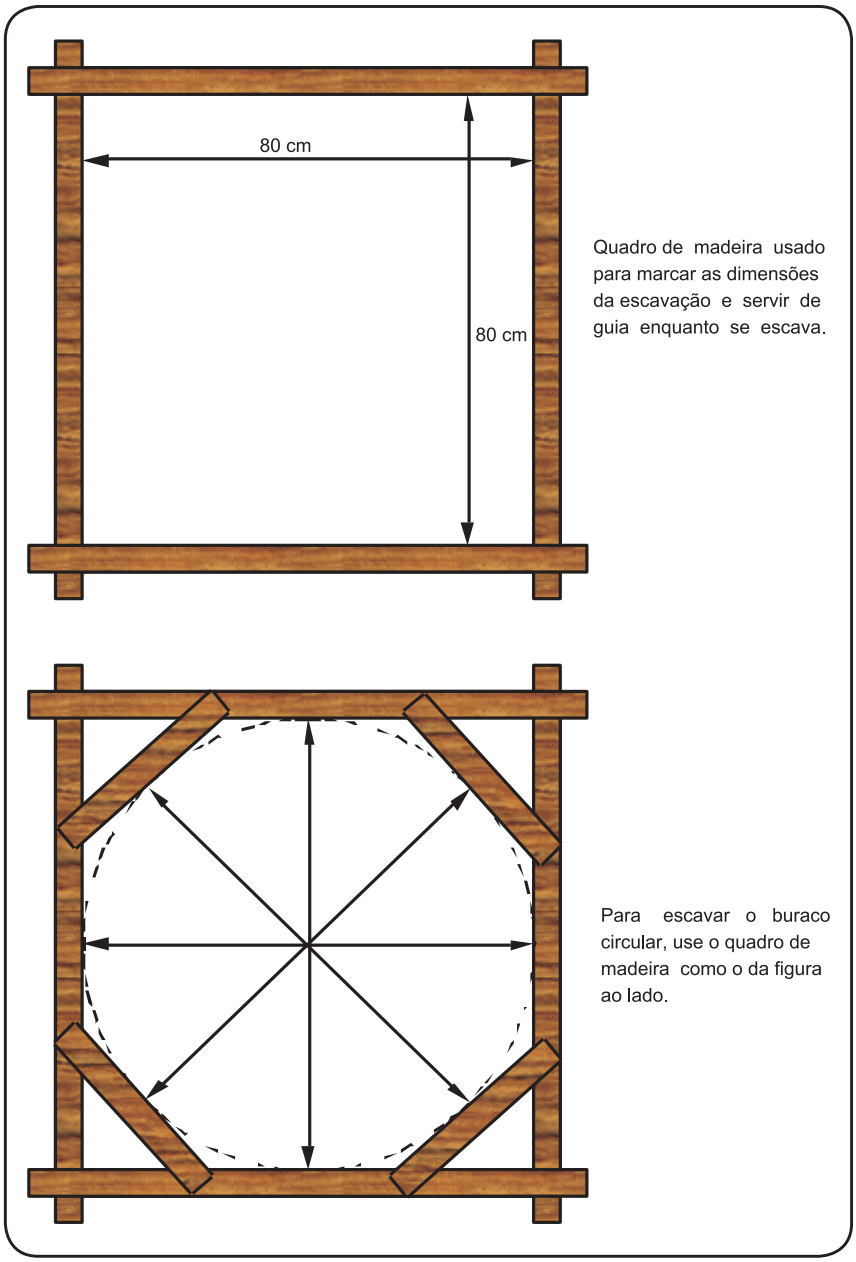


3.8.1.1.3. Dimensionamento

Para dimensionamento da fossa seca deverá ser levado em consideração o tempo de vida útil da mesma e as técnicas de construção. As dimensões indicadas para a maioria das áreas rurais são as seguintes:

- abertura circular com 90cm de diâmetro, ou quadrada com 80cm de lado;
- a profundidade varia com as características do solo, o nível de água do lençol freático, etc, recomendando-se valores em torno de 2,50m.

Figura 86 — Escavação da fossa


80 cm
80 cm
Quadro de madeira usado para marcar as dimensões da escavação e servir de guia enquanto se escava.
Para escavar o buraco circular, use o quadro de madeira como o da figura ao lado.

3.8.1.1.4. Detalhes construtivos

a) revestimento da fossa

Em terreno pouco consistente, a fossa será revestida com manilhões de concreto armado, tijolos, madeiras, etc.;

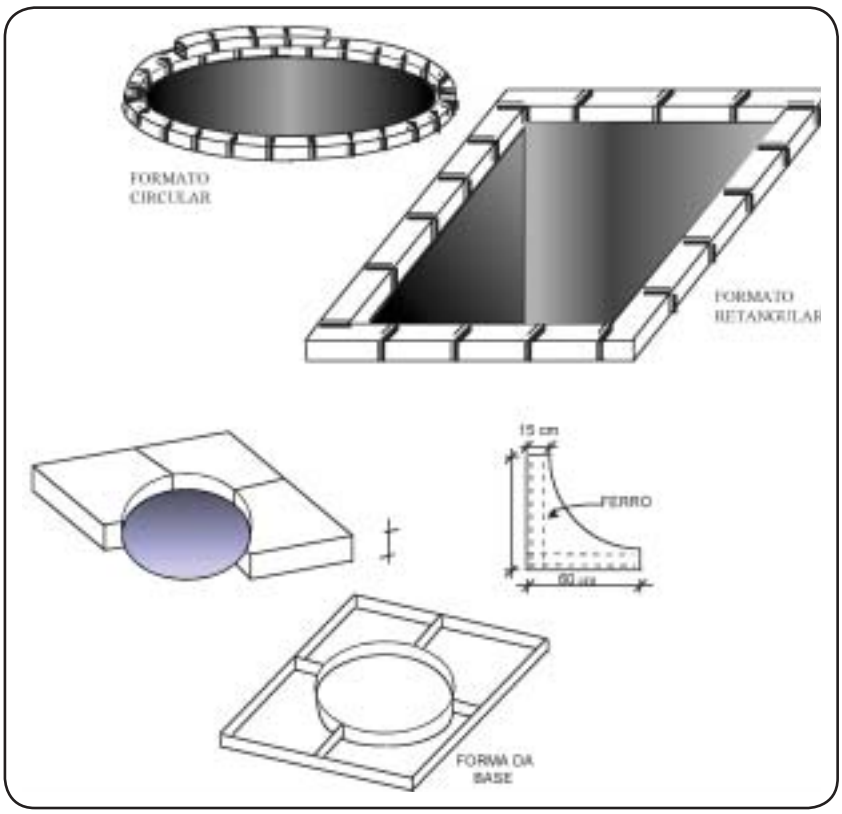
b) assentamento da base

O material para a base poderá ser: tijolos, madeira, concreto armado, blocos de concreto, etc.

A finalidade da base é fazer a distribuição uniforme do peso da casinha sobre o terreno, servir de apoio ao piso e proteger a fossa, impedindo a entrada de pequenos animais (barata, roedores, etc.).

A base deve elevar-se cerca de 20cm da superfície do solo.

Figura 87 — Base de tijolo e base pré-fabricada de concreto para privada



c) piso (laje da privada)

Deve ser assentado horizontalmente sobre a base, fazendo a cobertura da fossa.

A fim de suportar o peso do usuário, deve ser construído de material resistente, como concreto armado ou madeira de boa qualidade.

O piso dispõe de uma abertura destinada à passagem dos dejetos para dentro da fossa; por motivos de higiene, é preferível não instalar assento sobre a mesma. Entretanto, deve-se atender, neste particular, aos hábitos e costumes da população.

Figura 88 — Base e piso de madeira para privada

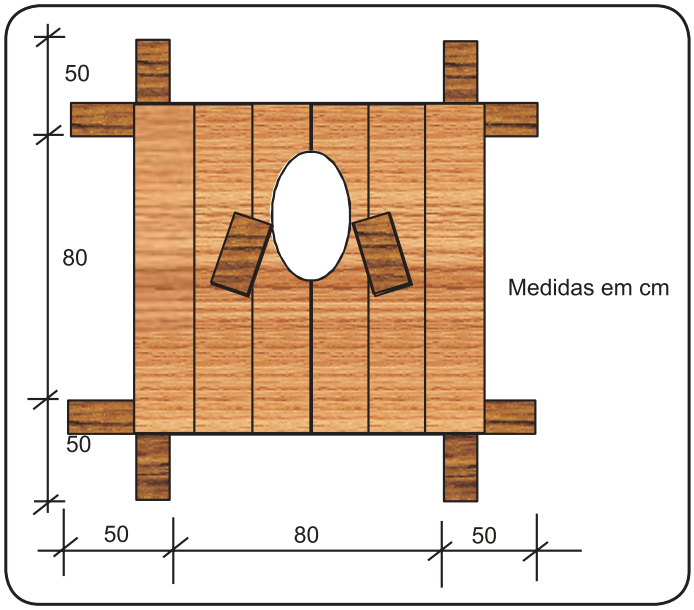
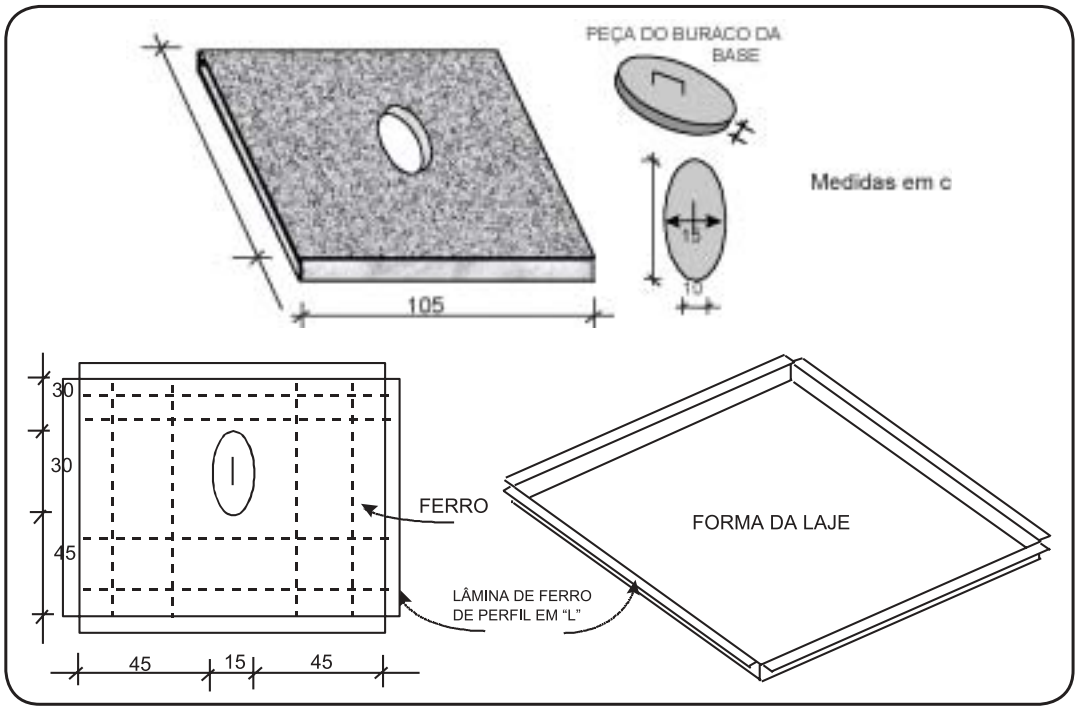


Figura 89 — Laje de concreto para piso de privada



d) aterro de proteção (montículo)

Aproveitando a própria terra retirada na escavação da fossa, fazer um aterro compactado até a altura da base, formando uma plataforma, em torno da privada. Sua finalidade é proteger a base, desviar as águas de chuva e dificultar a penetração de roedores.

Para maior durabilidade, é aconselhável gramar o montículo.

e) casinha

A finalidade da casinha é abrigar o usuário e completar a proteção da fossa.

É conveniente que o recinto seja mantido em penumbra para evitar a presença de moscas. Por isso, a porta deverá permanecer fechada e a ventilação ser feita através de pequenas aberturas no topo das paredes.

Se, por um lado, as dimensões estão condicionadas ao custo mínimo, por outro devem oferecer conforto ao usuário.

A área recomendada para o piso é de 1,00m^2 e a altura das paredes, 2,00m na frente e 1,75m atrás. Quanto à cobertura, deverá ter um beiral de 0,30m, a fim de proteger as paredes.

Existe uma grande variedade de materiais empregados na confecção da casinha. Entretanto, a preferência será dada àqueles de maior disponibilidade, menor custo e maior resistência:

- para as paredes: tijolos, madeira, adobe, taipa, blocos de concreto, placas de cimento armado, etc.;
- para o telhado: telhas francesa e colonial, chapas onduladas de cimento amianto, zinco e alumínio, placas de cimento armado, etc.

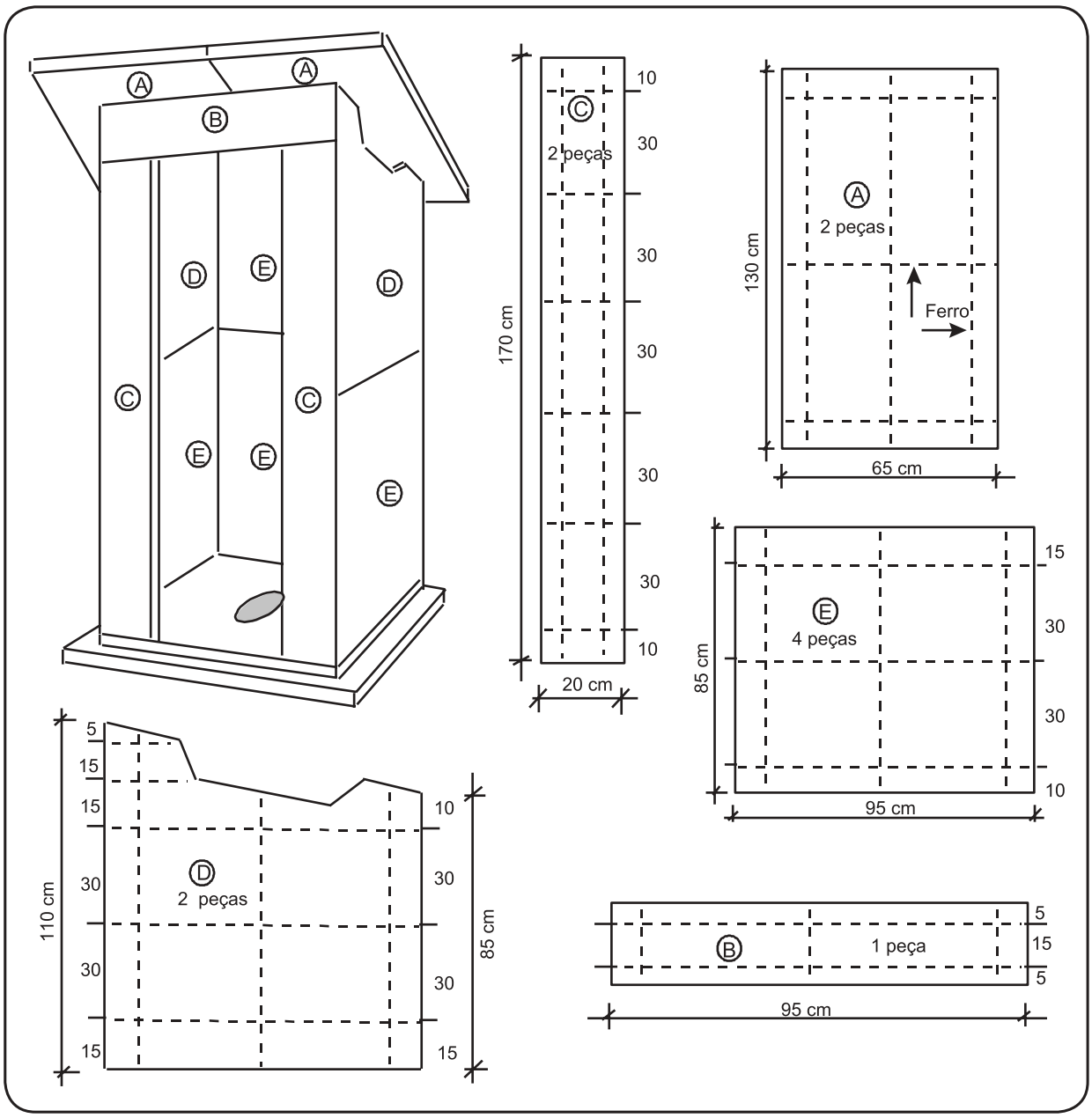
A porta é geralmente construída de madeira. Por uma questão de comodidade, deve ser instalada abrindo para fora: contudo, para ficar melhor protegida e ter maior durabilidade, poderá abrir para dentro.

f) casinha pré-fabricada de placas de cimento

Possui paredes e cobertura confeccionadas com placas de cimento armado de 2,5cm de espessura. Em algumas regiões do Brasil, é de custo menor que as casinhas comuns de alvenaria de tijolos; apresentam ainda como vantagens a construção em série, a montagem rápida, a boa resistência à intempérie e o melhor aspecto.

A armação é feita com arame nº 8 ou 10, arame farpado, vergalhão 3/16" ou ainda tela de arame. A frente é constituída de três placas, sendo uma superior e duas laterais; em uma dessas placas laterais é adaptado um sarrafo ou uma ripa de madeira destinado à montagem da porta. A cobertura compõe-se de duas placas, e as paredes laterais e traseiras, duas ou três placas cada uma. Durante a montagem, as placas serão unidas com arame ou argola e gancho (fundidos na própria placa). O rejuntamento das placas deve ser feito com argamassa de cimento, tomando internamente a forma de bisel.

Figura 90 — Casinha pré-fabricada em placas de cimento



g) tampa da privada

A abertura do piso deve ser mantida fechada quando a privada não estiver em uso, a fim de evitar a proliferação de moscas e mosquitos.

h) ventilação

O acúmulo de gases do interior da fossa resulta no seu desprendimento abrupto, no momento em que o usuário retirar a tampa do buraco do piso. A fim de evitar essa condição

desconfortável, recomenda-se instalar tubo de ventilação da fossa, localizando-o na parte interna da casinha, junto à parede, com a extremidade superior acima do telhado.

3.8.1.1.5. Manutenção

Sendo fossa seca é contra-indicado o lançamento de água no seu interior; serão lançados apenas os dejetos e o papel higiênico (papel de limpeza). Entretanto, se ocorrer mau cheiro, recomenda-se empregar pequenas porções de sais alcalinizantes, como sais de sódio, cálcio e potássio, sendo comum o uso de cal ou cinza.

Justifica-se essa medida pelo mau cheiro que o excreta desprende em fase da digestão ácida (séptica). No início da digestão, há tendência para o desenvolvimento de bactérias próprias do meio ácido, responsáveis pela produção de compostos voláteis mal cheirosos como ácido sulfídrico, mercaptanas, escatol, ácido caprílico, butírico e outros. Entretanto, com pH elevado, haverá o desenvolvimento de bactérias responsáveis pela produção de gases inodoros, como metana e gás carbônico.

A porta da casinha deve estar sempre fechada e o buraco tampado quando a fossa estiver fora de uso.

3.8.1.1.6. Vantagens e desvantagens

a) vantagens

- baixo custo;
- simples operação e manutenção;
- não consome água;
- risco mínimo à saúde;
- recomendada p/ áreas de baixa e média densidade
- aplicável a tipos variados de terrenos;
- permite o uso de diversos materiais de construção.

b) desvantagens

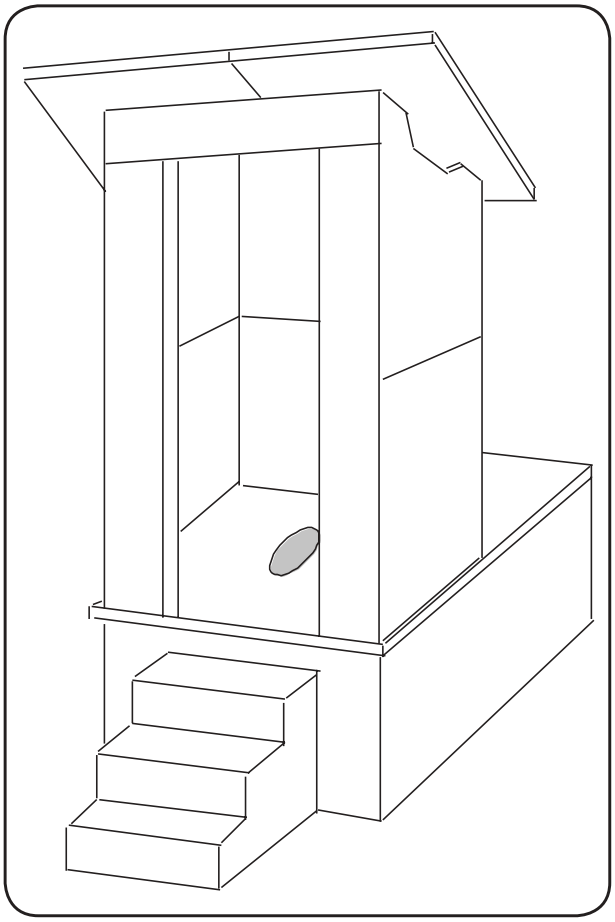
- imprópria para áreas de alta densidade;
- podem poluir o subsolo;
- requer solução para outras águas servidas.

3.8.1.2. Privada com fossa estanque

3.8.1.2.1. Definição

Consta de um tanque destinado a receber os dejetos, diretamente, sem descarga de água, em condições idênticas a privada de fossa seca.

Figura 91 — Privada com fossa estanque



3.8.1.2.2. Indicação

a) esta solução é adotada geralmente em:

- zonas de lençol muito superficial;
- zonas rochosas ou terrenos muito duros;
- terrenos facilmente desmoronáveis;
- lotes de pequenas proporções, onde há perigo de poluição de poços de suprimento de água.

3.8.1.2.3. Dimensionamento

O tanque da fossa estanque deverá ter capacidade para armazenar até 1.000 litros de excretas.

3.8.1.2.4. Detalhes construtivos

O tanque deve ser construído de concreto ou alvenaria, e totalmente impermeabilizado.

3.8.1.2.5. Manutenção

Para uma família de cinco pessoas, um tanque de 1.000 litros ficará cheio após o período de um ano. Nessa ocasião o tanque será esvaziado por uma tampa atrás da casinha; o material retirado será imediatamente enterrado, não se prestando para adubo.

3.8.1.2.6. Vantagens e desvantagens

a) vantagens

- baixo custo;
- fácil construção;
- simples operação e manutenção;
- não consome água;
- mínimo risco à saúde;
- não polui o solo;

v a solução poderá ser definitiva.

b) desvantagens

- imprópria para áreas de alta densidade;
- requer soluções para as outras águas servidas.

3.8.1.3. Privada com fossa de fermentação (tipo Cynamon)

3.8.1.3.1. Definição

Consta essencialmente de duas câmaras (tanques) contíguas e independentes destinadas a receber os dejetos, tal qual nas privadas de fossa seca.

Figura 92 — Privada com fossa de fermentação enterrada (tipo Cynamon)

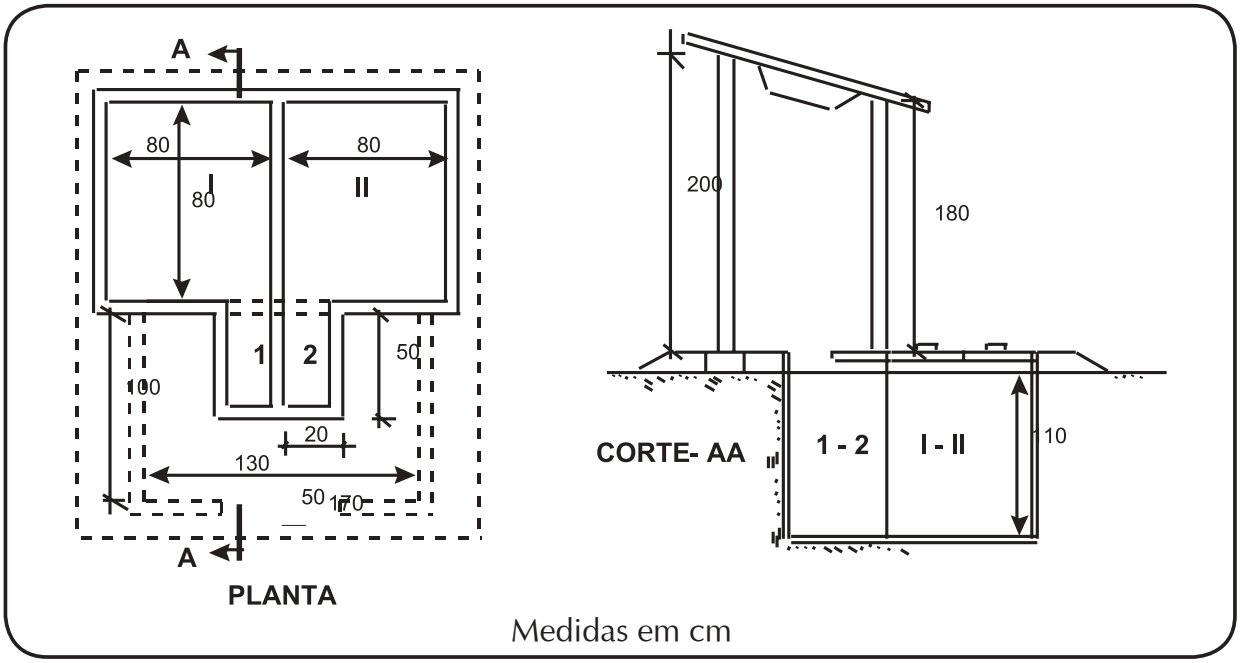
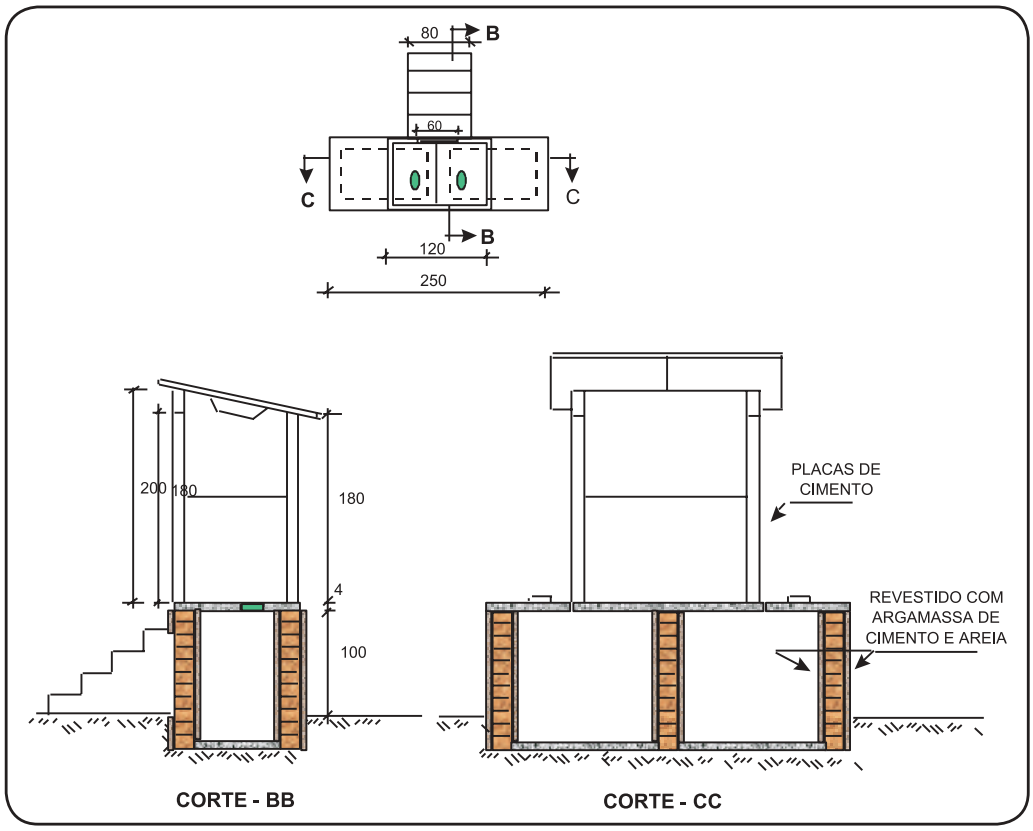


Figura 93 — Privada com fossa de fermentação apoiada na superfície do solo (tipo Cynamon)



3.8.1.3.2. Indicação

Apropriada para outros tipos de terrenos desfavoráveis à construção de privada de fossa seca.

3.8.1.3.3. Funcionamento

Para facilitar a compreensão do seu funcionamento, chama-se de I e II as duas câmaras:

- isolar a câmara II, vedando a respectiva tampa no interior da casinha;
- usar a câmara I, até esgotar a sua capacidade. Para uma família de seis pessoas, a câmara ficará cheia em um ano, aproximadamente;
- isolar a câmara I, vedando a respectiva tampa. O material acumulado sofrerá fermentação natural;
- usar a câmara II, até esgotar a sua capacidade. Durante o período de uso, o material da câmara I terá sido mineralizado;
- retirar o material da câmara I, removendo as respectivas tampas externas recolocando-as após. Por ocasião da limpeza, é necessário deixar pequena porção de material já fermentado, a fim de auxiliar o reinício da fermentação;
- isolar a câmara II e usar a câmara I, como anteriormente.

3.8.1.3.4. Detalhes construtivos

De acordo com o tipo de solo, as privadas de fermentação poderão ter tanques enterrados, semi-enterrados, ou totalmente construídos na superfície do terreno, cujas dimensões mais usuais estão representadas nas figuras 92 e 93.

O revestimento das câmaras é em função das características do solo e da área de locação da privada. Entretanto, considerando que este tipo de privada constitui uma solução muito durável (praticamente definitiva), será conveniente fazer o revestimento em quaisquer circunstâncias, inclusive em terrenos firmes, onde seria dispensável. Em terrenos encharcados e em lugares onde haja riscos de contaminação de poços, as paredes e o fundo serão necessariamente construídos de concreto ou de tijolos e impermeabilizados com argamassa de cimento.

As câmaras compõem-se de um corpo principal (I e II) e de um apêndice (1 e 2), que se comunica com o interior da casinha para receber os dejetos.

A escavação das fossas deve começar pelo corpo principal, seguindo-se a escavação dos apêndices.

A casinha é construída sobre este apêndice de tal forma que o corpo principal das câmaras fique atrás da parede dos fundos.

As câmaras são providas, cada uma, de tampas removíveis, subdivididas para facilitar a remoção. A fim de evitar a entrada de águas de chuva, as tampas deverão ficar bem unidas e rejuntadas com argamassa pobre de cal e cimento.

Para evitar o alagamento nas épocas de chuva, a privada será circundada com aterro bem compactado. No caso de ser construída em encosta de morro, deve ter valetas para desvio de enxurradas.

A estrutura da casinha é semelhante à da privada de fossa seca, podendo-se empregar os mais diversos tipos de materiais.

3.8.1.3.5. Vantagens e desvantagens

a) vantagens

- pode ser adotada em todas as situações idênticas àquelas em que se aplica a fossa seca;
- pode ser aplicada em locais de lençol de água mais próximo da superfície, porque a profundidade das câmaras é de apenas 1,00m. Em casos mais difíceis, a privada poderá ser elevada do solo;
- também pode ser aplicada em terrenos rochosos em que a escavação poderá ser mais rasa, ficando as câmaras semi-enterradas;
- tem duração maior que a fossa seca. A solução é praticamente definitiva;
- encarecimento é relativamente pequeno em relação à fossa executada em terrenos de idênticas condições; apenas o custo da casinha será um pouco maior;
- volume de terra a ser escavado é o mesmo;
- a escavação é mais fácil, já que as câmaras são mais rasas;
- em igualdade de condições de terreno, a quantidade de material usado no revestimento e o trabalho requerido é o mesmo.

b) desvantagens

- imprópria para áreas de alta densidade populacional;
- - requer solução para outras águas servidas.

3.8.1.4. Privada química

3.8.1.4.1. Definição

É constituída de um tanque cilíndrico , de aço inoxidável, contendo solução de soda cáustica (NaOH), destinado a receber os dejetos procedentes de uma bacia sanitária comum. Esse tanque é removível.

3.8.1.4.2. Indicação

Devido ao seu custo elevado, só é aplicável em circunstâncias especiais: acampamentos, colônias de férias, ônibus, aviões, etc.

3.8.1.4.3. Funcionamento

A soda cáustica no interior do cilindro, liquefaz o material sólido e destrói as bactérias, os ovos de helmintos e outros microorganismos. A dosagem recomendada é de 10kg de soda cáustica para 50 litros de água.

Periodicamente, o tanque é esvaziado e reabastecido com nova porção de solução química. A OMS recomenda cuidados especiais nos pontos de recepção e esvaziamento, objetivando a saúde coletiva e a dos manipuladores. Devem os locais ter água quente e fria e o esvaziamento ser auxiliado por dispositivos mecânicos evitando o manuseio direto.

3.8.2. Onde existe água encanada

3.8.2.1. Privada com vaso sanitário

3.8.2.1.1. Definição

Consta de uma bacia especialmente construída para recolher os dejetos e permitir seu afastamento por um sistema de transporte hídrico.

A bacia é dotada de sifão, o qual estabelece um fecho hidráulico que impede o refluxo de gases provenientes da rede de esgotos ou de outras instalações de destino final.

A maioria das bacias tem forma especial com assento. O tipo denominado bacia turca possui pisadores onde o usuário apoia os pés ficando de cócoras.

O vaso sanitário é geralmente construído de louça ou cerâmica esmaltada. Este material é o mais recomendado por ser de fácil limpeza e conservação. Desde que sejam asseguradas boas condições de resistência e facilidade de limpeza, pode-se instalar vasos sanitários rústicos, feitos de cimento e tijolos, barro vidrado ou cimento polido.

O uso da privada de vaso sanitário exige a instalação de dispositivos para a descarga de água. A solução recomendada é a caixa de descarga, a qual implica na existência de água encanada, é tolerável, nesse caso, dispor de depósito de água dentro da casinha da privada. Haverá sempre à mão uma vasilha, para que com ela a água seja jogada dentro do vaso.

Em alguns casos esse dispositivo poderá ser utilizado para que a casinha possa também servir como local de banho.

3.8.2.1.2. Destino do esgoto doméstico

O esgoto doméstico (água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza), deve ser conduzido, preferencialmente, à rede pública de esgoto, quando houver dispositivos de tratamento no final da rede. Não havendo rede pública, o esgoto doméstico poderá ser levado a um tanque séptico ou tanque Imhoff e o efluente, desses tanques, poderá ser conduzido a sumidouro, vala de infiltração ou vala de filtração. Em condições especiais, o esgoto doméstico poderá ser ligado diretamente a um sumidouro ou poço absorvente.

3.9. Soluções coletivas para tratamento e destinação final dos esgotos

À medida que as comunidades e a concentração humana tornam-se maiores, as soluções individuais para remoção e destino do esgoto doméstico devem dar lugar às soluções de caráter coletivo denominadas sistema de esgotos.

3.9.1. Tipos de esgotos

a) esgotos domésticos: incluem as águas contendo matéria fecal e as águas servidas, resultantes de banho e de lavagem de utensílios e roupas;

b) esgotos industriais: compreendem os resíduos orgânicos, de indústria de alimentos, matadouros, etc; as águas residuárias agressivas, procedentes de indústrias de metais, etc; as águas residuárias procedentes de indústrias de cerâmica, água de refrigeração, etc;

c) águas pluviais: são as águas procedentes das chuvas;

d) água de infiltração: são as águas do subsolo que se introduzem na rede.

3.9.2. Tipos de sistemas

a) sistema unitário

Consiste na coleta de águas pluviais, dos esgotos domésticos e dos despejos industriais em um único coletor.

Além da vantagem de permitir a implantação de um único sistema, é vantajoso quando for previsto o lançamento do esgoto bruto, sem inconveniente em um corpo receptor próximo.

No dimensionamento do sistema deve ser previstas as precipitações máximas com período de recorrência geralmente entre cinco e dez anos.

Como desvantagem, apresenta custo de implantação elevado e problemas de deposições de material nos coletores por ocasião da estiagem.

Quanto ao tratamento, o custo de implantação é também elevado tendo em vista que a estação deve ser projetada com capacidade máxima que, no sistema unitário, ocorre durante as chuvas. Outrossim, a operação é prejudicada pela brusca variação da vazão na época das chuvas, afetando do mesmo modo a qualidade do efluente.

b) sistema separador absoluto

Neste sistema, o esgoto doméstico e o industrial ficam completamente separados do esgoto pluvial. É o sistema adotado no Brasil.

O custo de implantação é menor que o do sistema anterior, em virtude das seguintes razões:

- as águas pluviais não oferecem o mesmo perigo que o esgoto doméstico, podendo ser encaminhadas aos corpos receptores (rios, lagos, etc.) sem tratamento; este será projetado apenas para o esgoto doméstico;
- nem todas as ruas de uma cidade necessitam de rede de esgotamento pluvial. De acordo com a declividade das ruas, a própria sarjeta se encarregará do escoamento, reduzindo assim, a extensão da rede pluvial;
- esgoto doméstico deve ter prioridade, por representar um problema de saúde pública. O diâmetro dos coletores é mais reduzido;
- nem todo esgoto industrial pode ser encaminhado diretamente ao esgoto sanitário. Dependendo de sua natureza e das exigências regulamentares, terá que passar por tratamento prévio ou ser encaminhado à rede própria.
- Sistema misto

A rede é projetada para receber o esgoto sanitário e mais uma parcela das águas pluviais. A coleta dessa parcela varia de um país para outro. Em alguns países colhe-se apenas as águas dos telhados; em outros, um dispositivo colocado nas bocas de lobo recolhe as águas das chuvas mínimas e limita a contribuição das chuvas de grande intensidade.

3.9.3. Sistema público convencional

3.9.3.1. Partes constitutivas do sistema

a) ramal predial: são os ramais que transportam os esgotos das casas até a rede pública de coleta;

b) coletor de esgoto: recebem os esgotos das casas e outras edificações, transportando-os aos coletores tronco;

c) coletor tronco: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;

d) interceptor: os interceptores correm nos fundos de vale margeando cursos d'água ou canais. São responsáveis pelo transporte dos esgotos gerados na sub-bacia,

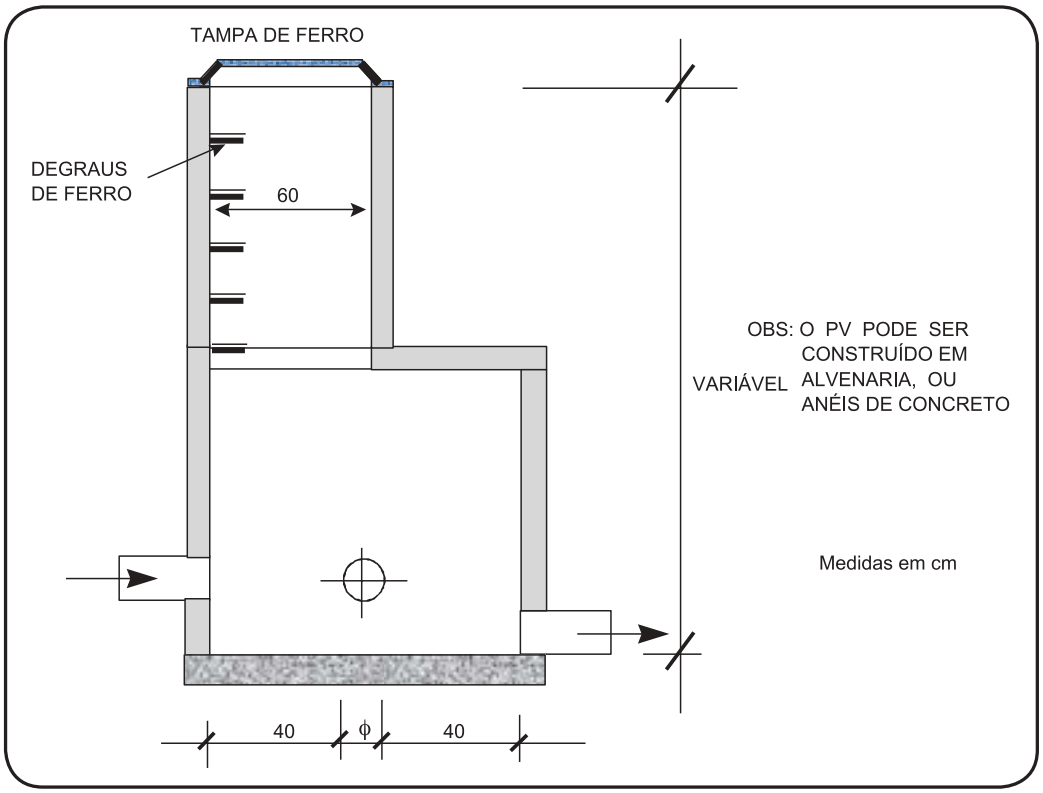
evitando que os mesmos sejam lançados nos corpos d'água. Geralmente possuem diâmetro maiores que o coletor tronco em função de maior vazão;

e) emissário: são similares aos interceptores, diferenciando apenas por não receber contribuição ao longo do percurso;

f) poços de visita (PV): são câmaras cuja finalidade é permitir a inspeção e limpeza da rede. Os locais mais indicados para sua instalação são:

- início da rede;
- nas mudanças de: (direção, declividade, diâmetro ou material), nas junções e em trechos longos. Nos trechos longos a distância entre PVs deve ser limitada pelo alcance dos equipamentos de desobstrução.

Figura 94 — Poço de visita



g) elevatória: quando as profundidades das tubulações tornam-se demasiadamente elevadas, quer devido à baixa declividade do terreno, quer devido à necessidade de se transpor uma elevação, torna-se necessário bombear os esgotos para um nível mais elevado. A partir desse ponto, os esgotos podem voltar a fluir por gravidade.

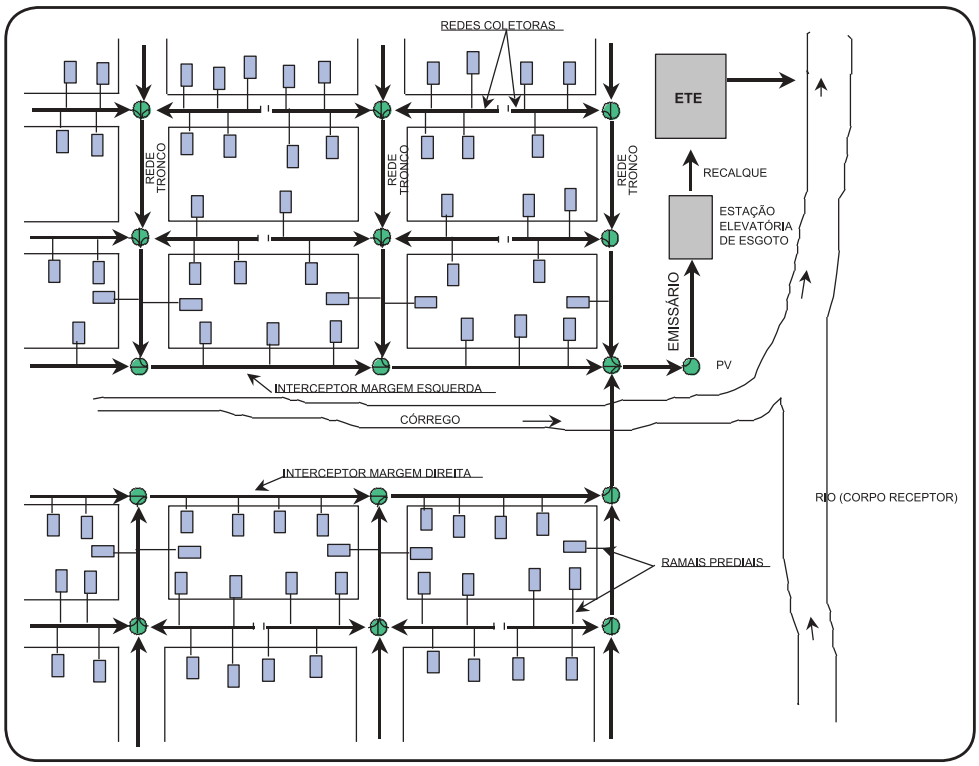
h) estação de Tratamento de Esgotos (ETE): a finalidade da ETE é a de remover os poluentes dos esgotos, os quais viriam causar uma deterioração da qualidade dos

cursos d'água. Um sistema de esgotamento sanitário só pode ser considerado completo se incluir a etapa de tratamento. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pode dispor de alguns dos seguintes itens, ou todos eles:

- grade;
- desarenador;
- sedimentação primária;
- estabilização aeróbica;
- filtro biológico ou de percolação;
- lodos ativados;
- sedimentação secundária;
- digestor de lodo;
- secagem de lodo;
- desinfecção do efluente.

i) disposição final: após o tratamento, os esgotos podem ser lançados ao corpo d'água receptor ou, eventualmente, aplicados no solo. Em ambos os casos, há que se levar em conta os poluentes eventualmente ainda presentes nos esgotos tratados, especialmente organismos patogênicos e metais pesados. As tubulações que transportam estes esgotos são também denominadas emissário.

Figura 95 — Partes constitutivas do sistema convencional



Fonte: Adaptado Barros, 1995.

3.9.4. Sistema condominial

O sistema condominial de esgotos é uma solução eficiente e econômica para esgotamento sanitário desenvolvida no Brasil na década de 1980. Este modelo se apóia, fundamentalmente, na combinação da participação comunitária com a tecnologia apropriada. Esse sistema proporciona uma economia de até 65% em relação ao sistema convencional de esgotamento, graças às menores extensão e profundidade da rede coletora e à concepção de microssistemas descentralizados de tratamento.

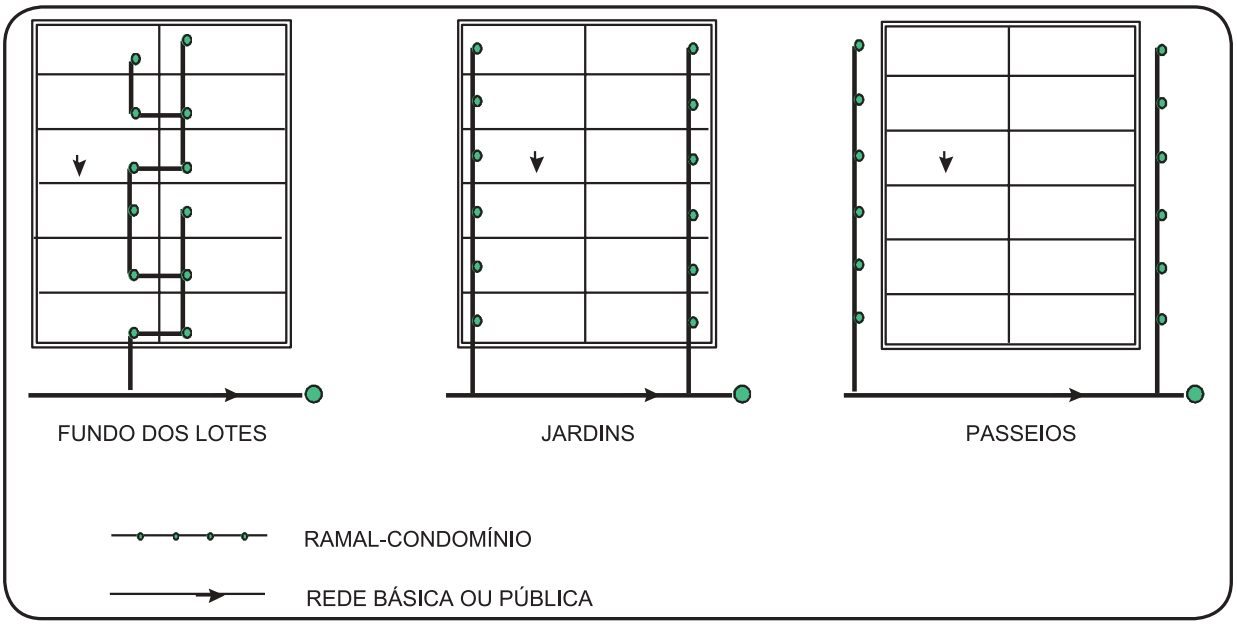
O nome Sistema Condominial é em função de se agregar o quarteirão urbano com a participação comunitária, formando o condomínio, semelhante ao que ocorre num edifício de apartamentos (vertical); dele se distingue, todavia, por ser informal quanto à sua organização e por ser horizontal do ponto de vista físico.

Desse modo, a rede coletora básica ou pública apenas tangência o quarteirão-condomínio ao invés de circundá-lo como no sistema convencional. As edificações são conectadas a essa rede pública por meio de ligação coletiva ao nível do condomínio (Ramal condominial), cuja localização, manutenção e, às vezes, a execução são acordadas coletivamente, no âmbito de cada condomínio e com o prestador do serviço, a partir de um esquema de divisão de responsabilidade entre a comunidade interessada e o poder público.

3.9.4.1. Partes constitutivas do sistema

a) ramal condominial: rede coletora que reúne os efluentes das casas que compõem um condomínio e pode ser:
   - de passeio: quando o ramal condominial passa fora do lote, no passeio em frente a este a aproximadamente 0,70m de distância do muro;
   - de fundo de Lote: quando o ramal condominial passa por dentro do lote, no fundo deste. Esta é a alternativa de menor custo pois desta maneira é possível esgotar todas as faces de um conjunto com o mesmo ramal;
   - de jardim: quando o ramal condominial passar dentro do lote, porém na frente do mesmo.

Figura 96 — Tipos mais comuns de ramal condominial



Fonte: Caesb, 1997.

b) rede Básica: rede coletora que reúne os efluentes da última caixa de inspeção de cada condomínio, passando pelo passeio ou pela rua;

- Unidade de Tratamento: a cada microssistema corresponde uma estação para tratamento dos esgotos, que pode ser o tanque séptico com filtro anaeróbio.

3.9.4.2. Fases de elaboração do projeto do ramal condominial

a) croqui

A primeira fase do processo de execução do ramal condominial é a elaboração do croqui do conjunto, assinalando a posição das casas e fossas de cada lote. De posse do croqui, definir a melhor opção que atende o conjunto, considerando os seguintes aspectos:

- face mais baixa dos lotes (topografia);
- localização do maior número de fossas;
- disponibilidade de área livre para passagem do ramal nos lotes.

b) reunião com a comunidade

De posse do pré-lançamento dos ramais nos croquis, são realizadas reuniões com os moradores de cada conjunto, onde são apresentadas as possíveis opções para o atendimento do mesmo, sendo, dos moradores a decisão final sobre o tipo de ramal a ser implantado.

c) topografia

Com a opção definida, inicia-se o levantamento topográfico, o que é feito por conjunto e por tipo de ramal, onde a unidade considerada é o lote. Esse levantamento é executado com mangueira de nível e deve definir:

- profundidade da ligação predial de cada lote;
- um RN (referencial) para cada inspeção (geralmente marcado num poste);
- uma caixa de inspeção (CI) para cada lote;
- cota do terreno de todas as CIs e Tês;
- CI no início do ramal de passeio;
- CI externa, na saída dos ramais para ligação com PV (poço de visita), quando necessário;
- lançamento das CIs externas o mais próximo possível dos muros garantindo que fiquem protegidas, ao máximo, de tráfego de veículos;
- demarcação dos ramais a aproximadamente 0,70m do muro dos lotes;
- localização de CI na direção da ligação predial do morador;
- desviar as CIs das entradas de garagens ou no mínimo da faixa de passagem dos pneus do carro para evitar quebra das mesmas.

d) projeto do ramal condominial

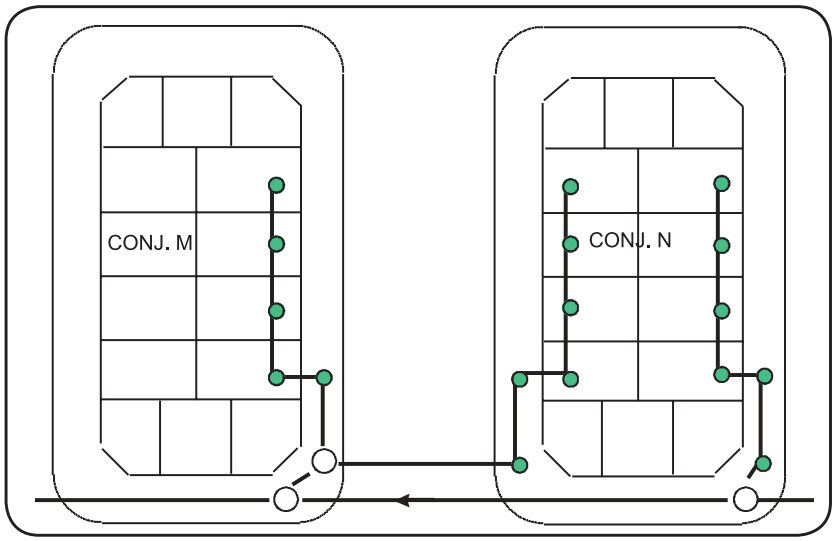
Na elaboração do projeto executivo, deve-se garantir que o morador seja atendido pelo ramal e que este tenha lançamento favorável em pelo menos um ponto da rede básica ou pública. Para tanto deve ser previsto:

- profundidade mínima da CI abaixo da cota da ligação predial do morador;
- profundidade e declividade mínima do ramal em função do item anterior e nunca menor que 0,5%;
- evitar desvio do ramal;
- ligação da CI ao ramal de passeio através de um Tê;
- CIs intermediárias para o ramal de passeio a cada 50m;
- lançamento do ramal condominial na almofada do PV, formando uma canaleta de seção mínima de 50% da tubulação;
- sempre que possível será eliminada a última CI dos ramais, sendo estes, ligados direto à rede básica ou pública.

Nos casos em que não estão previstos CIs para ligação do ramal o mesmo será ligado à última CI do outro ramal, evitando uma entrada a mais na CI da rede pública, já que esta terá número limitado de entradas.

- a última CI do ramal será de diâmetro de 0,60m somente quando a profundidade for maior que 0,90m e quando houver interligação de mais de um ramal;

Figura 97 — Ligação de dois ramais de conjuntos diferentes numa mesma CI



Fonte: Caesb, 1997.

- todas as ligações dos ramais à rede pública serão em CIs ou PVs e em sentido do fluxo;
- a profundidade da última CI quando houver interligação entre ramais, com corte de pista, será de 1 metro;
- as redes no passeio, inclusive a ligação à rede pública, será de PVC.

e) considerações para projeto

Na realidade a rede pública é uma rede convencional do ponto de vista hidráulico, portanto deveria ser dimensionada em conformidade com as recomendações técnicas usuais.

f) diâmetro mínimo

As redes coletoras do sistema convencional adotavam o diâmetro mínimo de 150mm apesar das normas vigentes não colocarem nenhuma restrição quanto à utilização do diâmetro de 100mm, **desde que atenda ao dimensionamento hidráulico.**

Quadro 11 — Diâmetro mínimo

Tipo de rede	Diâmetro mínimo
Ramal condominial	100mm
Rede básica ou pública	100mm

g) recobrimento mínimo

No sistema convencional, usualmente as redes coletoras localizam-se no terço médio mais baixo das ruas. Já no sistema condominial este procedimento é evitado e procura-se sempre que possível lançar as redes no passeio, fora das ruas pavimentadas onde há tráfego de veículos. Com isso é permitido reduzirmos o recobrimento das tubulações sem contudo oferecer riscos de rompimento das mesmas e também sem ferir as recomendações das normas vigentes que são:

Quadro 12 — Recobrimento mínimo

Localização do coletor	Recobrimento mínimo
No leito de via de tráfego	0,90m
No passeio	0,65m

h) profundidade mínima

A profundidade mínima da tubulação deve ser tal que permita receber os efluentes por gravidade e proteger a tubulação contra tráfego de veículos e outros impactos. No caso do ramal condominial, a profundidade mínima será aquela que esteja abaixo da cota de ligação predial do morador, garantindo que este seja atendido.

De forma a se obter o menor volume de escavação, deve-se adotar sempre que possível a declividade da tubulação igual à do terreno e a profundidade da rede será mantida igual à mínima sempre que a declividade do terreno for superior à declividade mínima.

Quadro 13 — Profundidade mínima adotada

Tipo de rede	Profundidade mínima
Ramal condominial de passeio	0,70m
Ramal condominial de jardim	0,40m
Ramal condominial de fundo de lote	0,40m
Rede pública no passeio	0,80m
Rede pública na rua	1,00m

i) elementos de inspeção

Tem como objetivo permitir o acesso de homens ou equipamentos às redes, para proceder à limpeza e à desobstrução. No sistema condominial os elementos utilizados são:

- caixa de inspeção com diâmetro ou largura de 0,40m:
  - uma dentro de cada lote para efetuar a ligação predial quando a profundidade do coletor for até 0,90m;

    no ramal condominial para mudança de direção;
  - no ramal de passeio poderá substituir o diâmetro da caixa de 0,60m quando a profundidade da mesma for até 0,90m.
- caixa de inspeção com diâmetro ou largura de 0,60m:
  - na rede básica ou pública em substituição aos PVs sempre que a profundidade do coletor for até 1,20m e estiver no passeio;

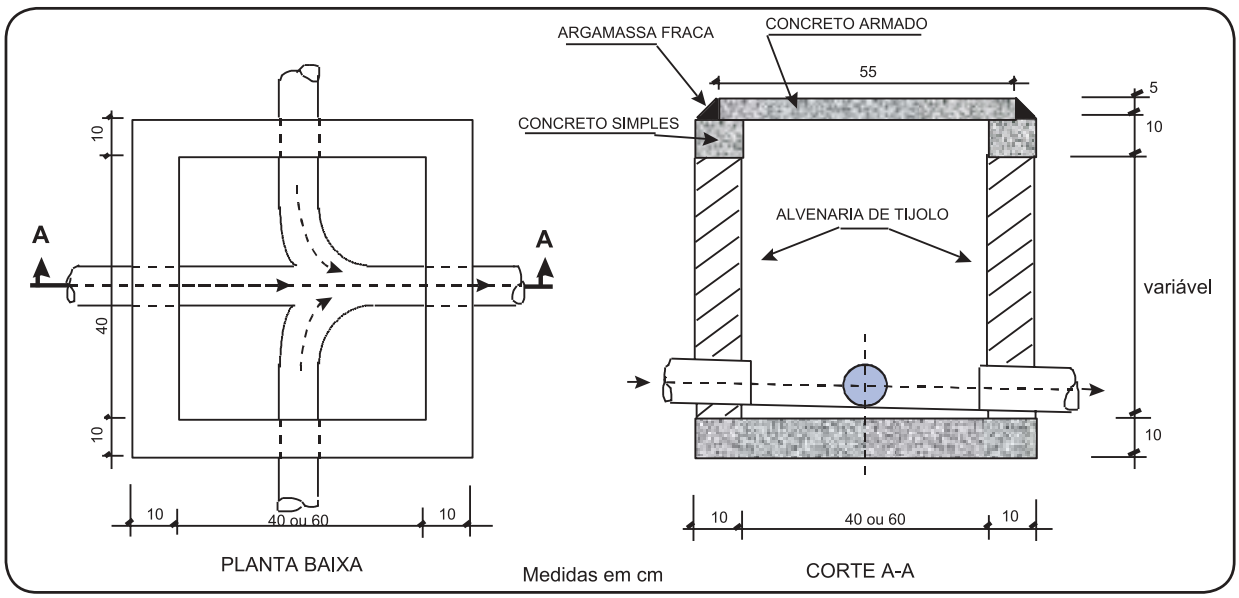
- nos ramais condominiais de passeio a cada 50m ou fração, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m;
- no final de cada conjunto residencial antes de interligar o ramal condominial interno à rede básica, sempre que houver interseção de ramais;
- dentro de cada lote substituindo as CIs de 0,40m, quando a profundidade for de 0,90m até 1,20m;
- nos ramais condominiais de passeio para mudança de direção, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m;
- uma no meio de cada conjunto, nos ramais condominiais de passeio, quando a profundidade do coletor for de 0,90m até 1,20m.

• poços de visita com diâmetro ou largura de 1,00m:
- na reunião de dois ou mais trechos de coletores públicos;
- em locais de mudança de direção e de declividade do coletor;
- ao longo da rede pública a cada 80m ou fração;
- no início da rede.

• caixa de inspeção

As medidas da caixa de inspeção podem ser de diâmetro ou largura de 40cm ou 60cm.

Figura 98 — Caixa de inspeção largura de 40cm ou 60cm



3.9.5. Tratamento dos esgotos

3.9.5.1. Tanque séptico

3.9.5.1.1. Histórico

Os registros de caráter históricos apontam como inventor do tanque séptico "Jean Louis Mouras" que, em 1860, construiu, na França, um tanque de alvenaria, onde passava os esgotos, restos de comida e águas pluviais, antes de ir para o sumidouro. Este tanque, fora aberto 12 anos mais tarde e não apresentava acumulada a quantidade de sólidos que foi previamente estimada em função da redução apresentada no efluente líquido do tanque.

3.9.5.1.2. Definição

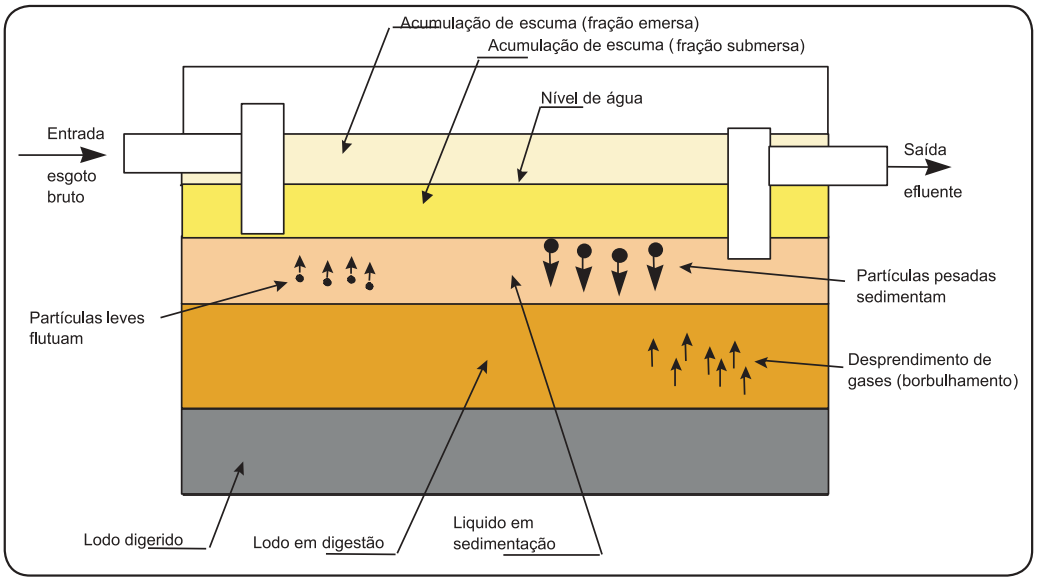
Os tanques sépticos são câmaras fechadas com a finalidade de deter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir a decantação dos sólidos e retenção do material graxo contido nos esgotos transformando-os bioquimicamente, em substâncias e compostos mais simples e estáveis. Supondo-se uma vazão do esgoto de 150 l/dia o tanque séptico poderá ser empregado para tratamento a nível primário de até, um máximo de 500 habitantes. Economicamente o tanque séptico é recomendado para até 100 habitantes. Esse sistema requer que as residências disponham de suprimento de água.

3.9.5.1.3. Funcionamento

a) retenção: o esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 12 a 24 horas, dependendo das contribuições afluentes, (tabela 13);

b) decantação: simultaneamente à fase de retenção, processa-se uma sedimentação de 60% a 70% dos sólidos em suspensão contidos nos esgotos, formando-se o lodo. Parte dos sólidos não decantados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros

Figura 99 — Funcionamento geral de um tanque séptico



Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

materiais misturados com gases é retida na superfície livre do líquido, no interior do tanque séptico, denominados de escuma;

c) digestão: tanto o lodo como a escuma são atacados por bactérias anaeróbias, provocando uma destruição total ou parcial de organismos patogênicos;

d) redução de volume: da digestão, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido do tanque séptico possa ser lançado em melhores condições de segurança do que as do esgoto bruto.

3.9.5.1.4. Afluentes do tanque séptico

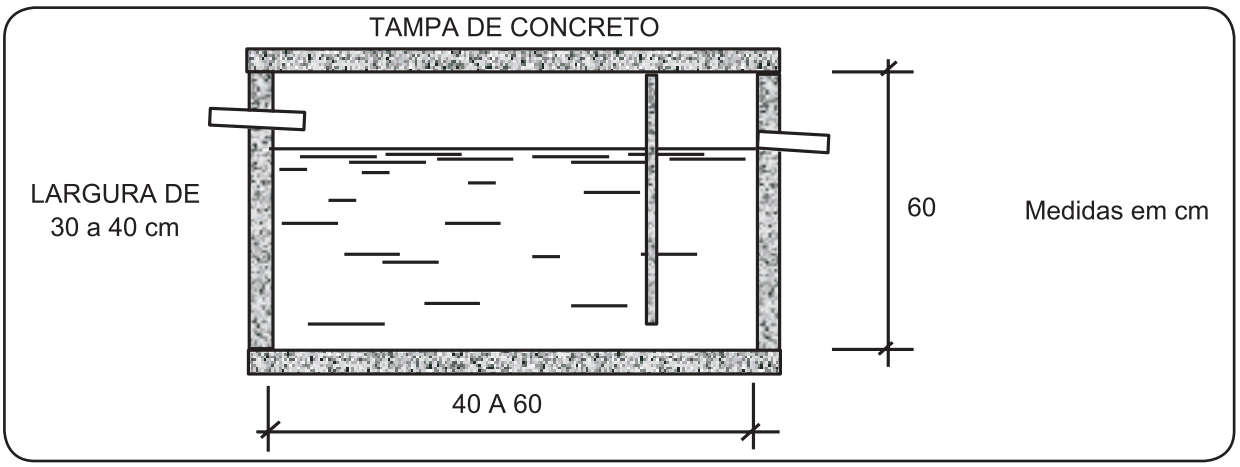
O tanque séptico é projetado para receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimento interior, etc.). É recomendada a instalação de caixa de gordura na canalização que conduz despejos das cozinhas para o tanque séptico.

São vetados os lançamentos de qualquer despejo que possam causar condições adversas ao bom funcionamento dos tanques sépticos ou que apresentam um elevado índice de contaminação.

a) caixa de gordura

As águas servidas, destinadas aos tanques sépticos e ramais condominiais, devem passar por uma caixa especialmente construída com a finalidade de reter as gorduras. Essa medida tem por objetivo prevenir a colmatação dos sumidouros e obstrução dos ramais condominiais.

Figura 100 — Caixa de gordura



3.9.5.1.5. Dimensionamento (ABNT - NBR n° 7.229/1993)

a) fórmula para tanque séptico de uma câmara

$$V = 1000 + N (C.T + K.Lf)$$

V = Volume útil, em litros

N = Número de pessoas ou unidades de contribuição

C = Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (tabela 13)

T = Período de detenção, em dias (tabela 14)

K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (tabela15)

Lf = Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia ou em litro/unidade x dia (tabela 13)

Tabela 13 — Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgoto (C)	Contribuição de lodo fresco (Lf)
1 . Ocupantes permanentes			
Residência:			
- Padrão alto;	pessoa/litros	160	1
- Padrão médio;	pessoa/litros	130	1
- Padrão baixo;	pessoa/litros	100	1
- Alojamento provisório.	pessoa/litros	80	1
2. Ocupantes temporários			
Fábrica em geral;	pessoa/litros	70	0,3
- Escritório;	pessoa/litros	50	0,2
- Edifícios públicos ou comerciais;	pessoa/litros	50	0,2
- Escola (externatos) e locais de longa permanência;	pessoa/litros	50	0,2
- Bares;	pessoa/litros	6	0,1
- Restaurantes e similares;	refeições	25	0,1
- Cinema teatros e locais de curta permanência;	lugar	2	0,02
Sanitários públicos*.	vaso	480	4

(*) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio, etc.).

Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

Tabela 14 — Período de detenção (T) dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição Diária (L)	Tempo de Detenção (T)	
	Dias	Horas
Até 1.500	1,00	24
De 1.501 a 3.000	0,92	22
De 3.001 a 4.500	0,83	20
De 4.501 a 6.000	0,75	18
De 6.001 a 7.500	0,67	16
De 7.501 a 9.000	0,58	14
Mais que 9.000	0,5	12

Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

Tabela 15 — Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por Intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (Anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

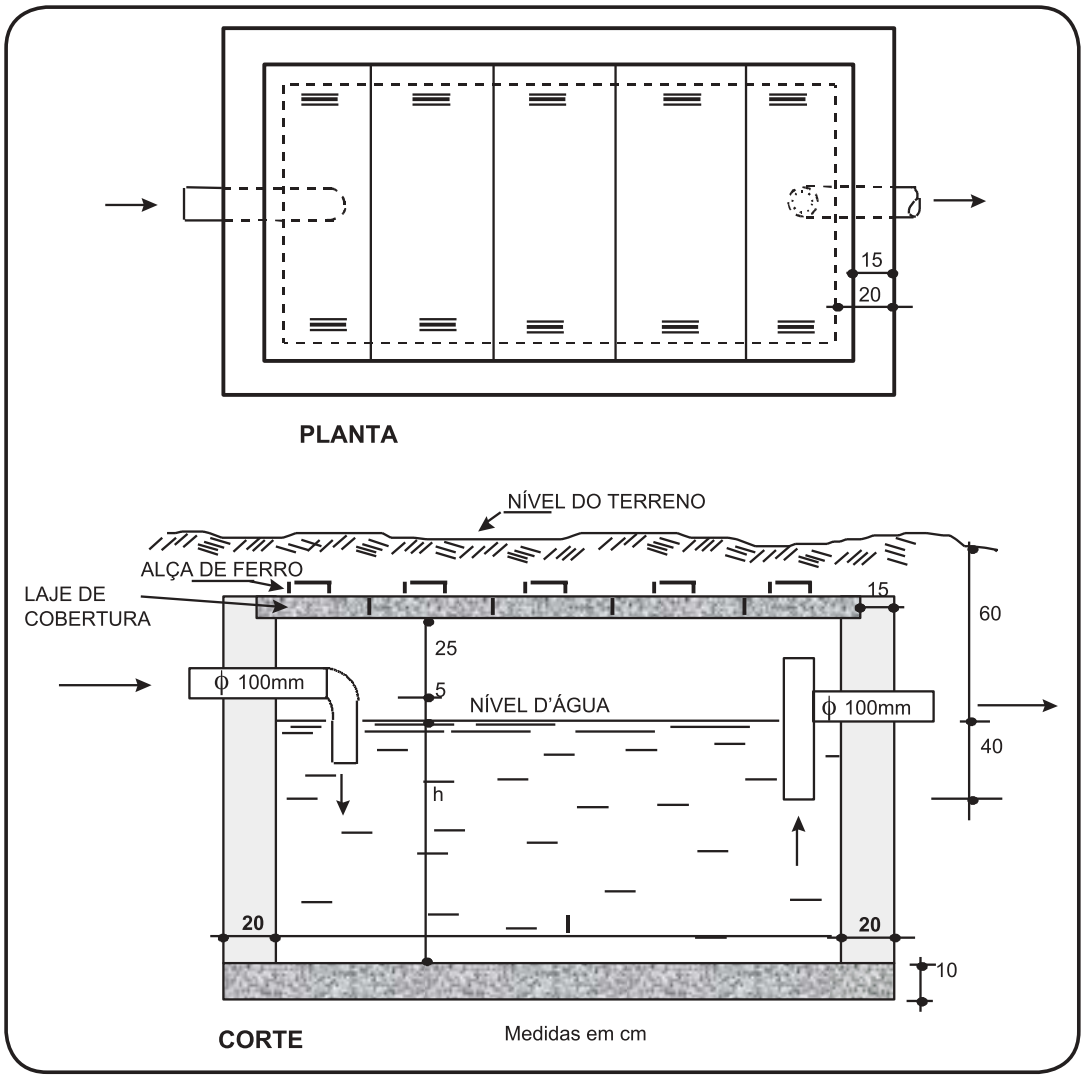
Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

Tabela 16 — Profundidade útil mínima e máxima por faixa de volume útil

Volume útil (m^3)	Profundidade Útil Mínima (m)	Profundidade Útil Máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais de 10,0	1,80	2,80

Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

Figura 101 — Tanque séptico prismático



3.9.5.1.6. Disposição do efluente líquido dos tanques sépticos

O efluente líquido é potencialmente contaminado, com odores e aspectos desagradáveis, exigindo, por estas razões, uma solução eficiente de sua disposição.

Entre os processos eficientes e econômicos de disposição do efluente líquido das fossas têm sido adotados os seguintes tipos:

- diluição (corpos d'água receptores): para o tanque séptico a proporção é de 1:300;
- sumidouro;
- vala de infiltração e filtração;
- filtro de areia;
- filtro anaeróbio.

A escolha do processo a ser adotado deve considerar os seguintes fatores:

- natureza e utilização do solo;
- profundidade do lençol freático;
- grau de permeabilidade do solo;
- utilização e localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano;
- volume e taxa de renovação das água de superfície.

3.9.5.1.7. Disposição do lodo e escuma

A parte sólida retida nas fossas sépticas (lodo) deverá ser renovada periodicamente, de acordo com o período de armazenamento estabelecido no cálculo destas unidades. A falta de limpeza no período fixado acarretará diminuição acentuada da sua eficiência.

Pequeno número de tanques sépticos instalados e de pouca capacidade não apresentam problemas para a disposição do lodo. Nestes casos, o lançamento no solo, a uma profundidade mínima de 0,60m, poderá ser uma solução, desde que o local escolhido não crie um problema sanitário.

Quando o número de tanque séptico for bastante grande ou a unidade utilizada é de grande capacidade, o lodo não poderá ser lançado no solo, mas sim encaminhado para um leito de secagem.

Não é admissível, o lançamento de lodo e escuma removidos dos tanques sépticos, nos corpos de água ou galerias de águas pluviais.

3.9.5.1.8. Eficiência

A eficiência do tanque séptico é normalmente expressa em função dos parâmetros comumente adotados nos diversos processos de tratamento. Os mais usados são: sólidos em suspensão e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). As quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias podem interessar em casos particulares, quadro 14.

a) sólidos em suspensão

O tanque séptico, projetado e operado racionalmente, poderá obter redução de sólidos em suspensão em torno de 60%.

b) demanda bioquímica de Oxigênio (DBO)

A remoção de DBO poderá ser da ordem de:

- vazão em torno de 2.000l/dia - 35% a 61%;
- vazão em torno de 1.000l/dia - 49% a 60%.

c) influência de outras substâncias

Os esgotos contendo sabões nas proporções normalmente utilizadas, de 20mg/l a 25mg/l, não prejudicam o sistema. No entanto, sob nenhum propósito deverá ser lançado, nos tanques, soluções de soda cáustica, que além da interferência em sua eficiência, provocará a colmatação dos solos argilosos.

Estudos realizados demonstraram não haver qualquer evidência de que os detergentes usualmente utilizados nas residências, nas proporções em que normalmente encontradas nos esgotos, possam ser nocivos para o funcionamento dos tanque sépticos.

Quadro 14 — Eficiência das unidades de tratamento

Unidades de tratamento	Eficiência na remoção de DBO
tanque séptico de câmara única ou de câmaras sobrepostas.	30% a 50%
tanque séptico de câmaras em série.	35% a 65%
valas de filtração.	75% a 95%
filtro anaeróbio.	70% a 90%

3.9.5.1.9. Operação e manutenção

- para que ocorra um bom funcionamento, o tanque séptico, antes de entrar em operação, deve ser enchido com água a fim de detectar possíveis vazamentos;
- a remoção do lodo deve ocorrer de forma rápida e sem contato do mesmo com o operador. Para isso recomenda-se a introdução de um mangote, pela tampa de inspeção, para sucção por bombas;
- as valas de filtração ou de infiltração e os sumidouros devem ser inspecionados semestralmente;
- havendo a redução da capacidade de absorção das valas de filtração, infiltração e sumidouros, novas unidades deverão ser construídas;
- tanto o tanque séptico como o sumidouro, quando abandonados, deverão ser enchidos com terra ou pedra.

a) procedimentos práticos para a manutenção

- para a limpeza do tanque séptico, escolher dias e horas em que o mesmo não recebe despejos;
- abrir a tampa de inspeção e deixar ventilar bem. Não acender fósforo ou cigarro, pois o gás acumulado no interior do tanque séptico é explosivo;
- levar para o local, onde o tanque séptico está instalado, um carrinho sobre o qual está montada uma bomba diafragma, para fluídos, de diâmetro de 75mm a 100mm na sucção, manual ou elétrica;

- mangote será introduzido diretamente na caixa de inspeção ou tubo de limpeza quando existir;
- lodo retirado progressivamente do tanque séptico será encaminhado para um leito de secagem ou para um carro-tanque especial que dará o destino sanitariamente adequado;
- se o lodo do tanque séptico ficar endurecido, adicionar água e agitar com agitador apropriado;
- deixar cerca de 10% do lodo (ativado) para facilitar o reinicio do processo, após a limpeza;
- no fim dessa operação, fazer a higienização do local e equipamentos utilizados.

3.9.5.2. Filtro anaeróbio

3.9.5.2.1. Histórico

Aparentemente nova, a solução é considerada uma das mais antigas e surgiu simultaneamente à evolução dos filtros biológicos convencionais. É importante no entanto informar que a aplicação racional dos filtros anaeróbios teve maior divulgação a partir das experiências realizados nos Estados Unidos da América , por Perry L. Mc Carty em 1963, 1966 e 1969. No Brasil a escola de engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, confirmou em 1977 a eficiência do filtro, já obtida por Mc Carty, realizando experiências em unidades pilotos.

3.9.5.2.2. Definição

O filtro anaeróbio (formado por um leito de brita nº 4 ou nº 5) está contido em um tanque de forma cilíndrica ou retangular, que pode ser com fundo falso para permitir o escoamento ascendente de efluente do tanque séptico ou sem fundo falso, mas totalmente cheio de britas.

3.9.5.2.3. Processo

O filtro anaeróbio é um processo de tratamento apropriado para o efluente do tanque séptico, por apresentar resíduos de carga orgânica relativamente baixa e concentração pequena de sólidos em suspensão.

As britas nº 4 ou nº 5, reterão em sua superfície as bactérias anaeróbias (criando um campo de microorganismo), responsáveis pelo processo biológico, reduzindo a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) quadro 14.

3.9.5.2.4. Dimensionamento

A NBR n° 13.969/1997, preconiza para dimensionamento as seguintes fórmulas:

- Volume útil (V)

  onde:

  $$V = 1{,}60 \cdot N.C.T$$

  V = Volume útil do leito filtrante em litros;

  N = Número de contribuintes;

  C = Contribuição de despejos, em litros x pessoa/dia (tabela 13);

  T = Tempo de detenção hidráulica, em dias (tabela 14);

- seção horizontal (S)

  onde:

  $$S = \frac{V}{1{,}80}$$

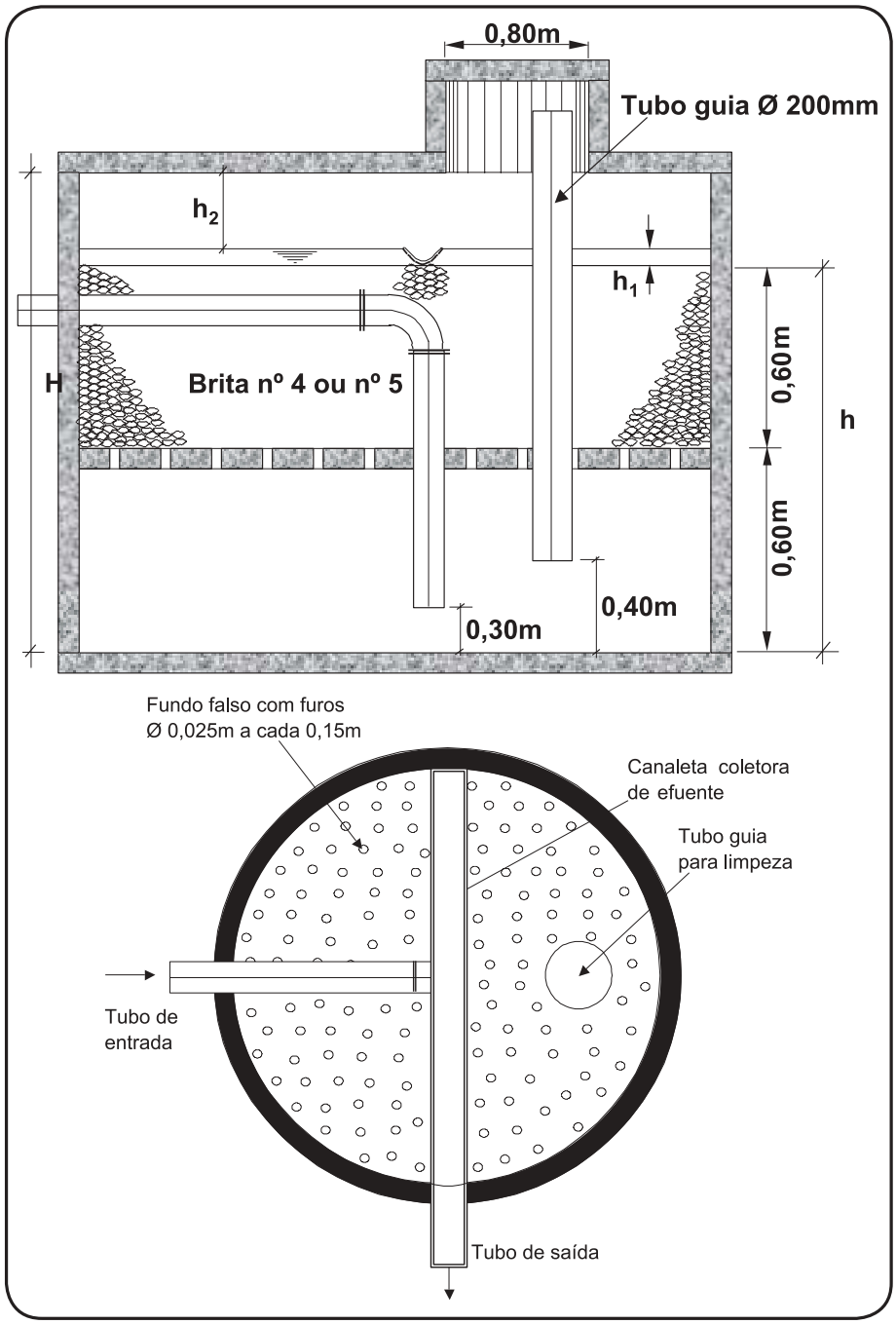
  V = Volume útil calculado em m^3;

  S = Área da seção horizontal em m^2;

a) aspectos a serem observados na construção do filtro anaeróbio

  - o tanque tem que ter forma cilíndrica ou retangular;
  - leito filtrante composto de britas (nº 4 ou nº 5). A altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20m;
  - a altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60m, já incluindo a espessura da laje;
  - o volume útil mínimo do leito filtrante deve ser de 1.000 litros.;
  - a carga hidrostática mínima é no filtro de 1kPa (0,10m); portanto, o nível da saída do efluente do filtro deve estar 0,10m abaixo do nível de saída do tanque séptico;
  - fundo falso deve ter aberturas de 2,5cm, a cada 15cm. O somatório da área dos furos deve corresponder a 5% da área do fundo falso;
  - A altura total do filtro anaeróbio, em metros, é obtida pela equação $H=h+h_1+h_2$, onde: H é a altura total interna do filtro anaeróbio, h é a altura total do leito, h1 é a altura da calha coletora ou lâmina livre e h_2 é a altura sobressalente ou do vão livre (variável).

Figura 102 — Filtro anaeróbio cilíndrico e detalhe do fundo falso.



Fonte: ABNT-NBR nº 13.969/1997.

3.9.5.2.5. Eficiência

A ABNT considera que os filtros anaeróbios de fluxo ascendente são capazes de remover do efluente do tanque séptico de 70% a 90% da DBO (quadro 14). A eficiência dos filtros só poderá ser constatada três meses após o início da operação que é o tempo necessário para o bom funcionamento do mesmo.

3.9.5.2.6. Operação e manutenção

Para a limpeza do filtro deve ser utilizada uma bomba de recalque, introduzindo-se o mangote de sucção pelo tubo guia;

Quando a operação com bomba de recalque não for suficiente para a retirada do lodo, deve ser lançado água sobre a superfície do leito filtrante, drenando-o novamente. A lavagem completa do filtro não é recomendada, pois retarda o início da operação do filtro, neste caso, deixe uma pequena parcela do lodo diluído.

3.9.5.3. Destino do efluente do tanque séptico e do filtro anaeróbio

3.9.5.3.1. Sumidouro

a) histórico

O lançamento dos esgotos domésticos no subsolo é uma prática tão natural e lógica, tendo pesquisas arqueológicas registrado que há cerca de 6.000 anos os habitantes de Sumere (região Sul do antigo império Caldeu) descarregavam seus esgotos em covas, cujas profundidades variavam de 12 a 15 metros. Em um dos últimos livros da Bíblia, Deuteronômio, Moisés ordenava que os despejos humanos fossem enterrados fora da área do acampamento.

Esta prática, extremamente antiga, demonstrou a sua aplicabilidade, no exemplo clássico do Estado de West Virgínia (EUA), quando se adotou como solução para o combate às febres tifóide e paratifóide a implantação de um programa de construção de 282.148 unidades de privadas.

b) definição

Os sumidouros também conhecidos como poços absorventes ou fossas absorventes, são escavações feitas no terreno para disposição final do efluente de tanque séptico, que se infiltram no solo pela área vertical (parede). Segundo a ABNT, NBR nº 13.969/1997 "seu uso é favorável somente nas áreas onde o aqüífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aqüífero máximo".

c) dimensionamento

As dimensões dos sumidouros são determinadas em função da capacidade de absorção do terreno (tabela 11).

Como segurança, a área do fundo não deverá ser considerada, pois o fundo logo se colmata.

- a área de infiltração necessária em m^2 para o sumidouro é calculada pela fórmula:

$$A = \frac{V}{C_i}$$

onde:

A = Área de infiltração em m2 (superfície lateral);

V = Volume de contribuição diária em litros/dia, que resulta da multiplicação do número de contribuintes (N) pela contribuição unitária de esgotos (C), conforme tabela 13;

Ci = Coeficiente de infiltração ou percolação (litros/m2 x dia) obtido no gráfico da figura 81.

- fórmula para calcular a profundidade do sumidouro cilíndrico**:**

$$A = \pi . D . h \qquad h = \frac{A}{\pi D}$$

onde:

h = Profundidade necessária em metros;

A = Área necessária em m^2;

π = Constante 3,14;

D = Diâmetro adotado.

d) detalhes construtivos

Os sumidouros devem ser construídos com paredes de alvenaria de tijolos, assentes com juntas livres, ou de anéis (ou placas) pré-moldados de concreto, convenientemente furados. Devem ter no fundo, enchimento de cascalho, coque ou brita nº 3 ou 4, com altura igual ou maior que 0,50m.

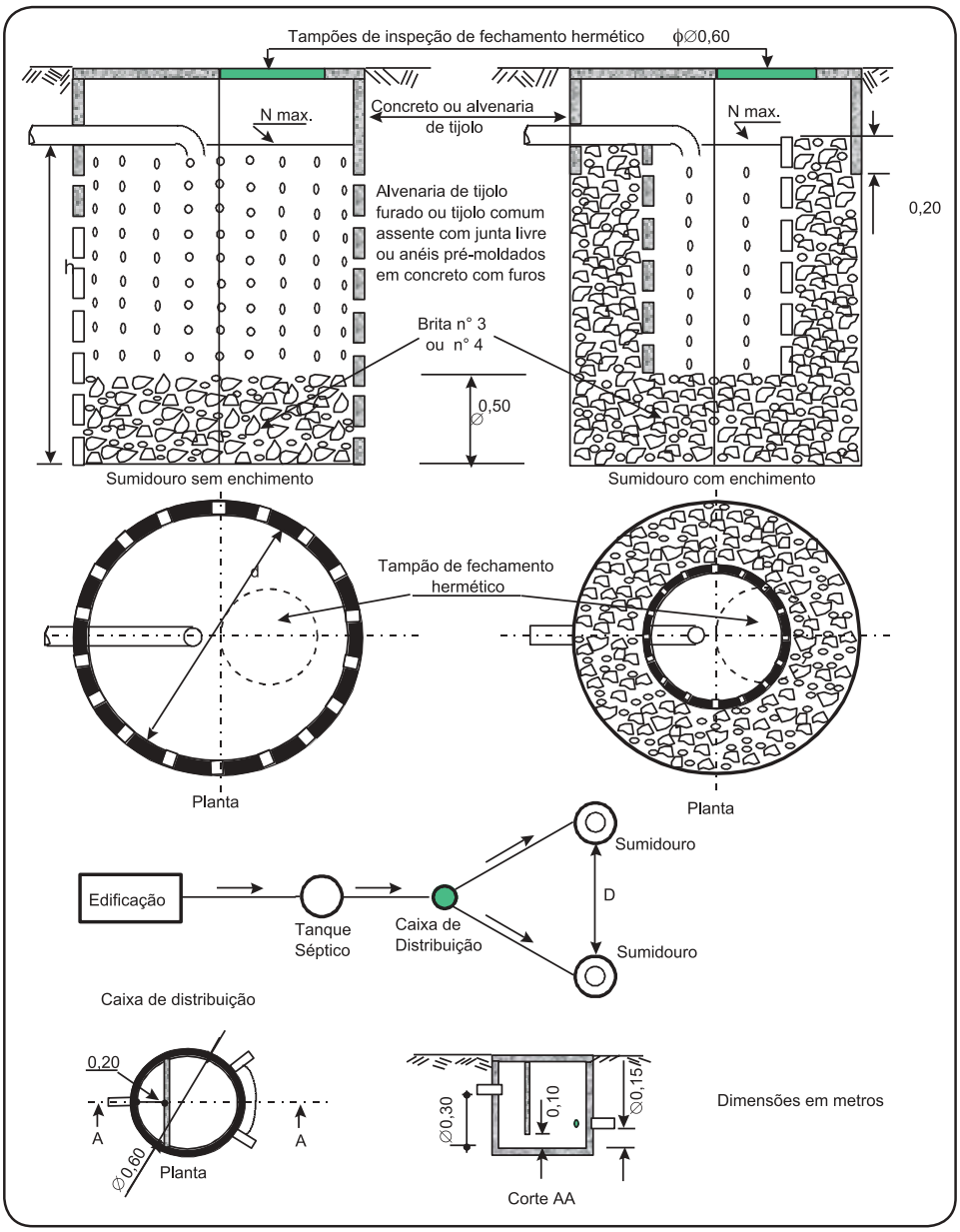
As lajes de cobertura dos sumidouros devem ficar ao nível do terreno, construídas em concreto armado e dotados de abertura de inspeção de fechamento hermético, cuja menor dimensão será de 0,60m.

Na construção do sumidouro, manter a distância mínima de 1,50m entre o fundo do poço e o nível do lençol freático.

Havendo necessidade de redução da altura útil do sumidouro em função da proximidade do nível do lençol freático, poderá reduzir a altura do mesmo, aumentando o número destes, a fim de atender a área vertical (parede), inicialmente calculada.

Quando for necessária a construção de dois ou mais sumidouros, a distribuição do esgoto deverá ser feita através de caixa de distribuição. Os sumidouros devem ficar afastado entre si a uma distância mínima de 1,50m.

Figura 103 — Sumidouro cilíndrico



Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

Notas: a) Distância máxima na horizontal e vertical entre furos é de 0,20m;

b) Diâmetro mínimo dos furos é de 0,015m.

c) Considerara como área de infiltração à área lateral até a altura (h) e ao fundo.

d) A distância (D) entre os sumidouros deve ser maior que 3 vezes o diâmetro dos mesmos e nunca menor que 6 metros.

3.9.5.3.2. Vala de infiltração

a) definição

O sistema de vala de infiltração consiste em um conjunto de canalizações assentado a uma profundidade determinada, em um solo cujas características permitam a absorção do esgoto efluente do tanque séptico. A percolação do líquido através do solo permitirá a mineralização dos esgotos, antes que os mesmos se transformem em fonte de contaminação

das águas subterrâneas e de superfície. A área por onde são assentadas as canalizações de infiltração também são chamados de “campo de nitrificação”.

b) dimensionamento

Para determinação da área de infiltração do solo, utiliza-se a mesma fórmula do sumidouro, ou seja: $A = V/C_i$. Para efeito de dimensionamento da vala de infiltração, a área encontrada se refere apenas ao fundo da vala.

No dimensionamento tem que se levar em conta as seguintes orientações:

- em valas escavadas em terreno, com profundidade entre 0,60m e 1,00m, largura mínima de 0,50m e máxima de 1,00m, devem ser assentados em tubos de drenagem de no mínimo 100mm de diâmetro;
- a tubulação deve ser envolvida em material filtrante apropriado e recomendável para cada tipo de tubo de drenagem empregado, sendo que sua geratriz deve estar a 0,30m acima da soleira das valas de 0,50m de largura ou até 0,60m, para valas de 1,00m de largura. Sobre a câmara filtrante deve ser colocado papelão alcatroado, laminado de plástico, filme de termoplástico ou similar, antes de ser efetuado o enchimento restante da vala com terra;
- a declividade da tubulação deve ser de 1:300 a 1:500;
- deve haver pelo menos duas valas de infiltração para disposição do efluente de um tanque séptico;
- comprimento máximo de cada vala de infiltração é de 30m;
- espaçamento mínimo entre as laterais de duas valas de infiltração é de 1,00m;
- a tubulação de efluente entre o tanque séptico e os tubos instalados nas valas de infiltração deve ter juntas tomadas;
- comprimento total das valas de infiltração é determinado em função da capacidade de absorção do terreno, calculada segundo a formula $A=V/C_i$;
- esquema de instalação do tanque séptico e valas de infiltração deve ser executado conforme figura 104.

• exemplos de cálculo para dimensionamento de campos de absorção (galeria de infiltração):

  - o efluente diário de um tanque séptico é de 2.100 litros e o coeficiente de infiltração do terreno é de 68 litros/m²/dia. Dimensionar o campo de absorção.

$$A = \frac{V}{C_i} = \frac{2100}{68} = 30{,}9\text{m}^2$$

- o comprimento do campo de absorção para uma vala com largura de 0,60m e considerando a área encontrada acima,

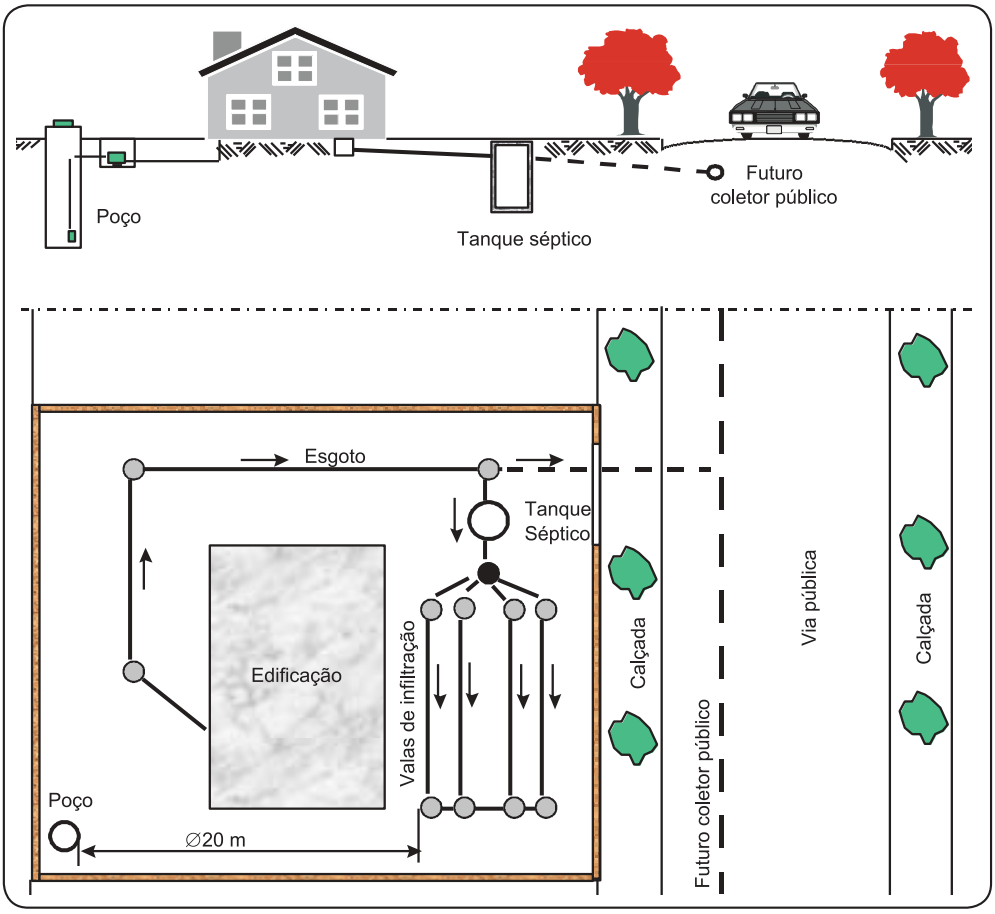
$$\text{logo,} \quad \frac{30{,}9\text{m}^2}{0{,}6\text{m}} = 51{,}5\text{m de comprimento total}$$

- este comprimento poderá ser subdividido em três ramais de 17,2m cada um.

$$\frac{51{,}5}{3} = 17{,}2\text{m}$$

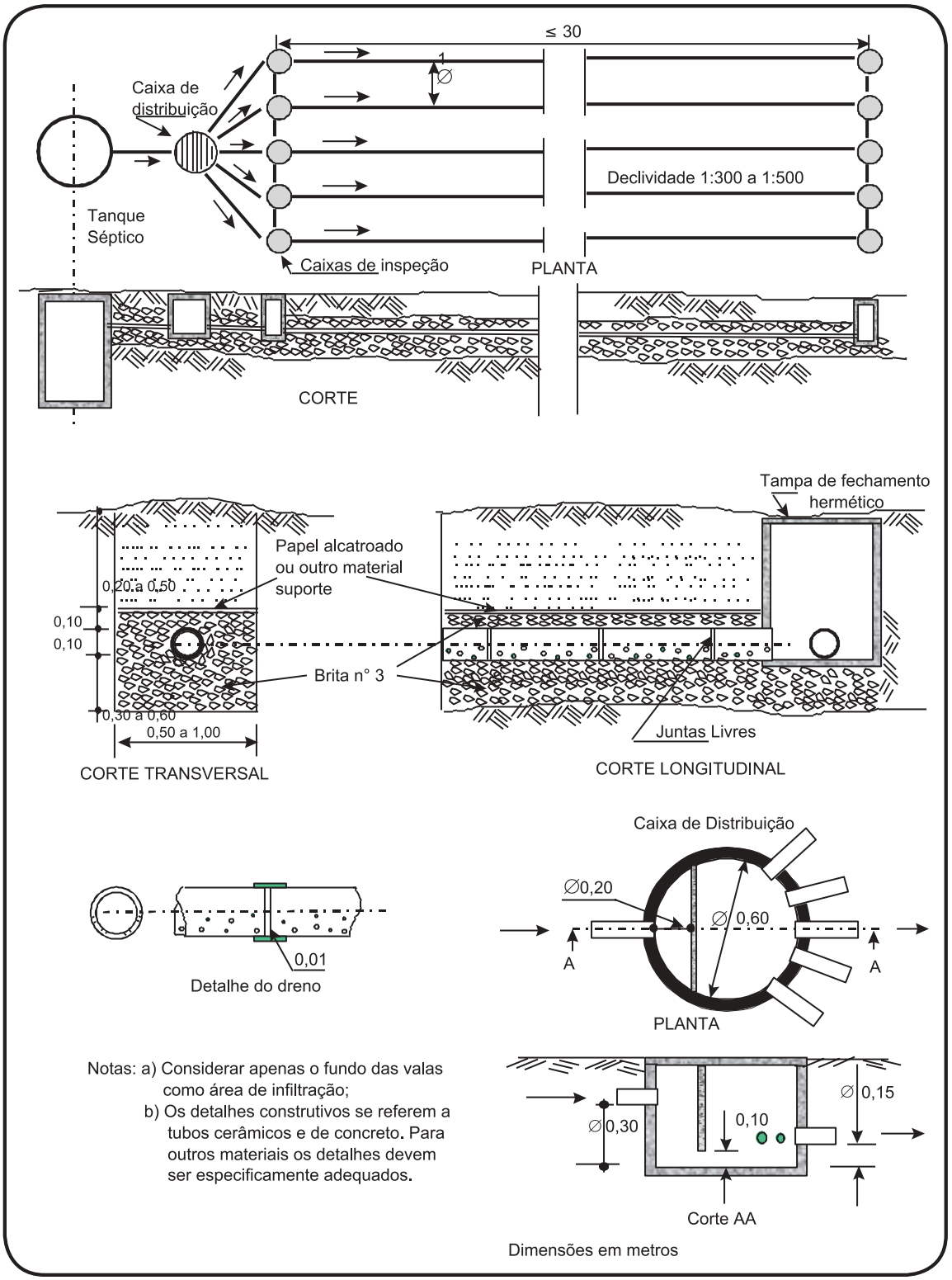
c) esquema de instalação de tanque séptico e valas de infiltração

Figura 104 — Esquema de instalação de tanque séptico e valas de infiltração



Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

Figura 105 — Vala de infiltração



Notas: a) Considerar apenas o fundo das valas como área de infiltração;
b) Os detalhes construtivos se referem a tubos cerâmicos e de concreto. Para outros materiais os detalhes devem ser especificamente adequados.

Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

3.9.5.3.3. Vala de filtração

a) definição

Os sistemas de valas de filtrações são constituídos de duas canalizações superpostas, com a camada entre as mesmas ocupada com areia figura, 106.

O sistema deve ser empregado quando o tempo de infiltração do solo não permite adotar outro sistema mais econômico (vala de infiltração) e/ou quando a poluição do lençol freático deve ser evitada.

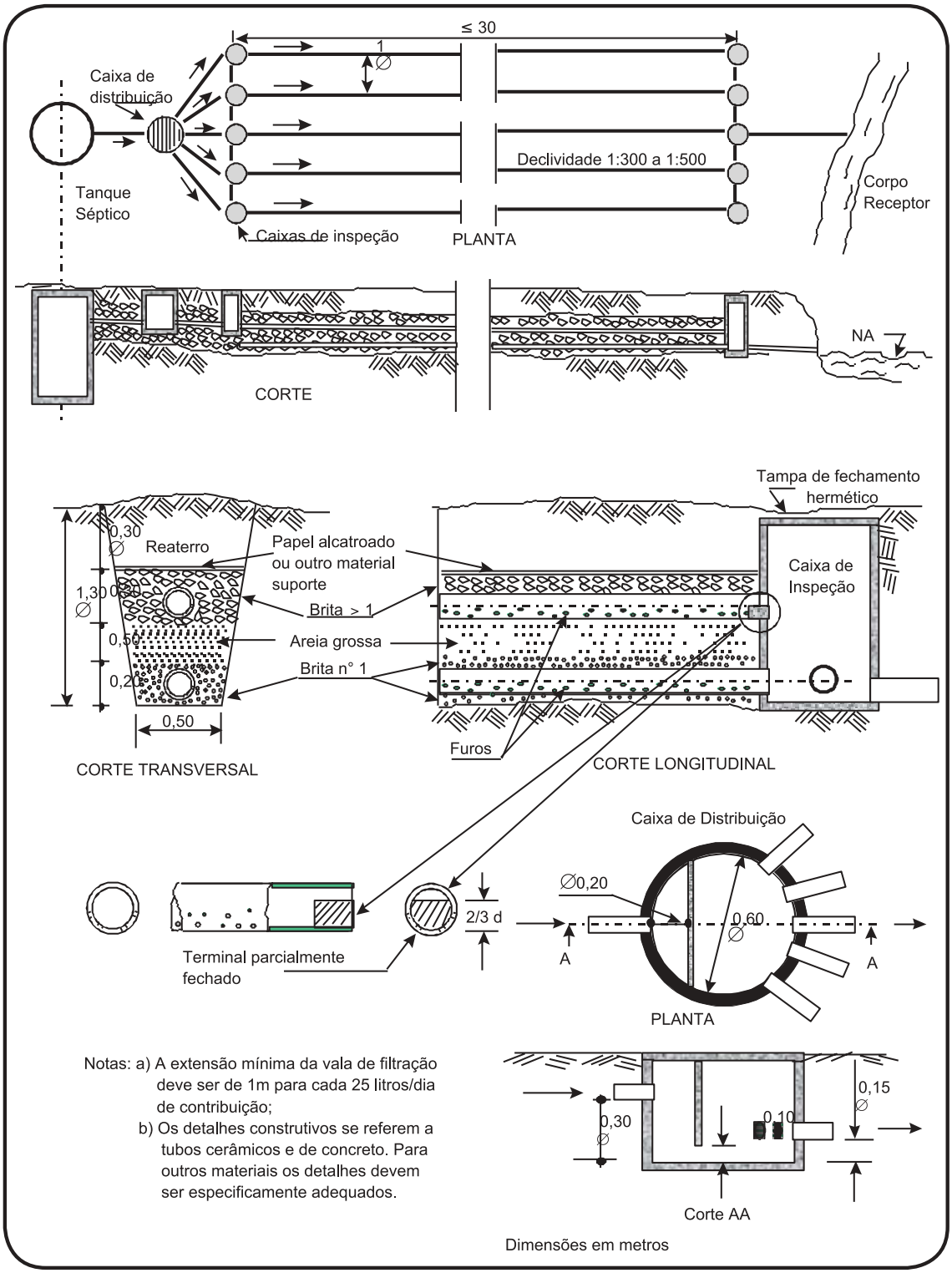
b) dimensionamento

No dimensionamento das valas de filtração deverão ser consideradas as seguintes recomendações:

- a profundidade da vala é de 1,20m a 1,50m e a largura na soleira é de 0,50m;
- uma tubulação receptora, com DN 100 do tipo de drenagem, deve ser assentada no fundo da vala;
- a canalização receptora é envolvida por uma camada de brita nº 1, vindo em seguida a aplicação da camada de areia grossa de espessura não inferior a 0,50m, que se constitui no leito filtrante;
- uma tubulação de distribuição do efluente do tanque séptico, com DN 100mm do tipo de drenagem, deve ser assentada sobre a camada de areia;
- uma camada de cascalho, pedra britada ou escória de coque, é colocada sobre a tubulação de distribuição, recoberta em toda a extensão da vala com papel alcatroado ou similar;
- uma camada de terra deve completar o enchimento da vala;
- nos terminais das valas de filtração devem ser instaladas caixas de inspeção;
- efluente do tanque séptico é conduzido a vala de filtração de tubulação, com no mínimo DN 100mm, assente com juntas tomadas, dotadas de caixas de inspeção nas deflexões;
- a declividade das tubulações deve ser de 1:300 a 1:500.
- efluente do tanque séptico é distribuído equivalentemente pelas valas de filtração, através de caixa de distribuição;
- as valas de filtração devem ter a extensão mínima de 6m por pessoa, ou equivalente, não sendo admissível menos de duas valas para o atendimento de um tanque séptico;
- quando o solo for arenoso e o nível do lençol estiver muito próximo da superfície, as valas de filtração podem ser construídas conforme a figura 107, sendo que a distância horizontal entre a tubulação de distribuição e a tubulação de drenagem deve variar entre 1,00m e 1,50m e a diferença de cota entre as mesmas deve ser de no mínimo 0,20m.

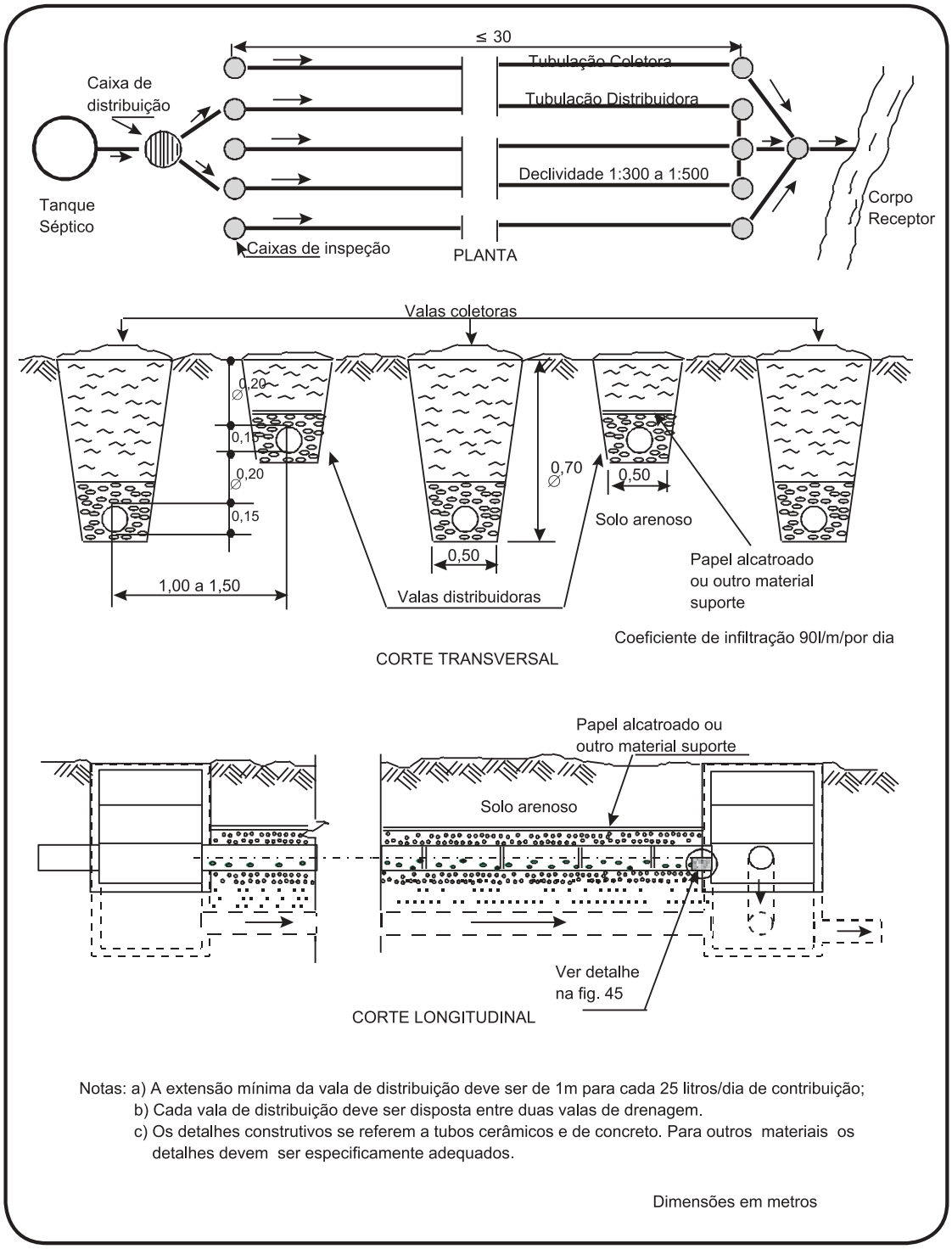
c) detalhes construtivos

Figura 106 — Vala de filtração



Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

Figura 107 — Vala de filtração em terreno arenoso



Notas: a) A extensão mínima da vala de distribuição deve ser de 1m para cada 25 litros/dia de contribuição;
b) Cada vala de distribuição deve ser disposta entre duas valas de drenagem.
c) Os detalhes construtivos se referem a tubos cerâmicos e de concreto. Para outros materiais os detalhes devem ser especificamente adequados.

Dimensões em metros

Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

3.9.5.4. Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para pequenas localidades

a) processo de tratamento

O esgoto chega a ETE, passando pelo gradeamento e caixa de areia, onde se dá o tratamento preliminar, retendo os sólidos grosseiros e a remoção do lodo. Em seguida terá início o tratamento primário no tanque de sedimentação ocorrendo a decantação e a digestão do lodo. Finalmente o efluente passa pelo filtro biológico onde ocorre o tratamento secundário, após o que o efluente é lançado num corpo receptor.

Freqüentemente, deverá ser feita limpeza na caixa de areia, com a remoção dos sólidos grosseiros da grade, bem como a retirada da areia depositada. Ao final de cada ano de operação deverá ser feito descarga de fundo dos elementos anteriormente citados para o poço de lodo. Este lodo após a descarga deverá ser retirado mecanicamente ou não dependendo das condições topográficas e encaminhado a um leito de secagem.

b) método construtivo

As unidades, serão construídas com tijolos maciços, argamassa 1:4 de cimento e areia ou concreto armado ambos os métodos com revestimento traço 1:3 de cimento e areia e impermeabilização traço 1:10. A pintura interna deverá ser feita com tinta anticorrosiva na cor preta.

A tubulação utilizada no tanque de sedimentação e filtro biológico, para o poço de lodo deverá ser de ferro fundido com diâmetro 150mm. Nas demais tubulações poderá ser utilizada manilha de barro vitrificada ou tubos de PVC para esgoto no diâmetro 150mm.

Figura 108 — Planta baixa de uma ETE

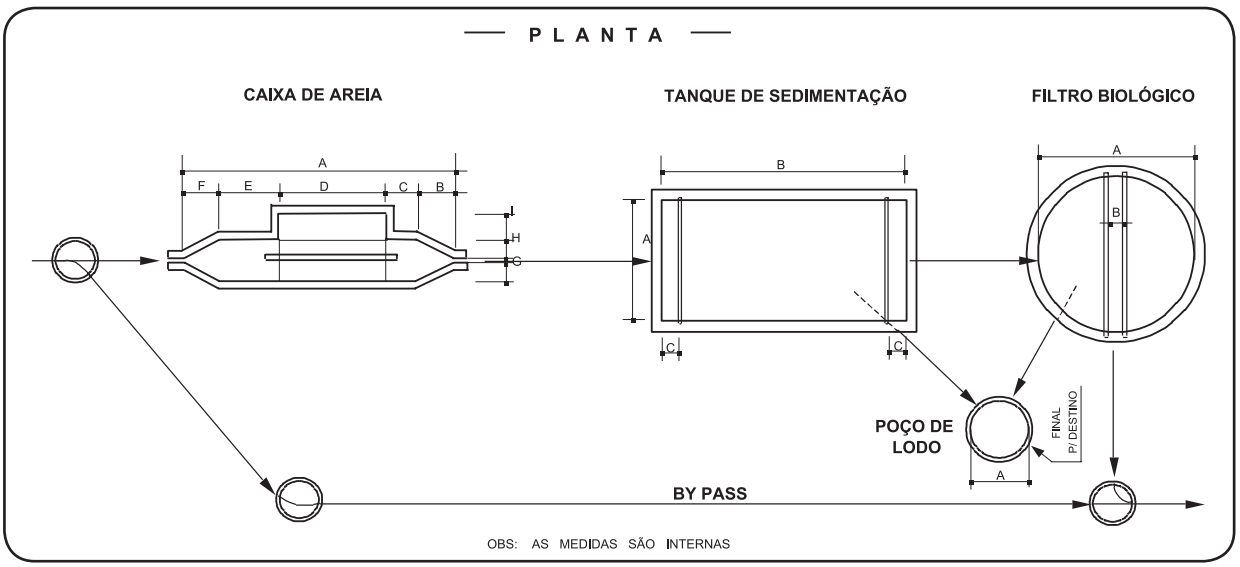


Figura 109 — Perfil da ETE

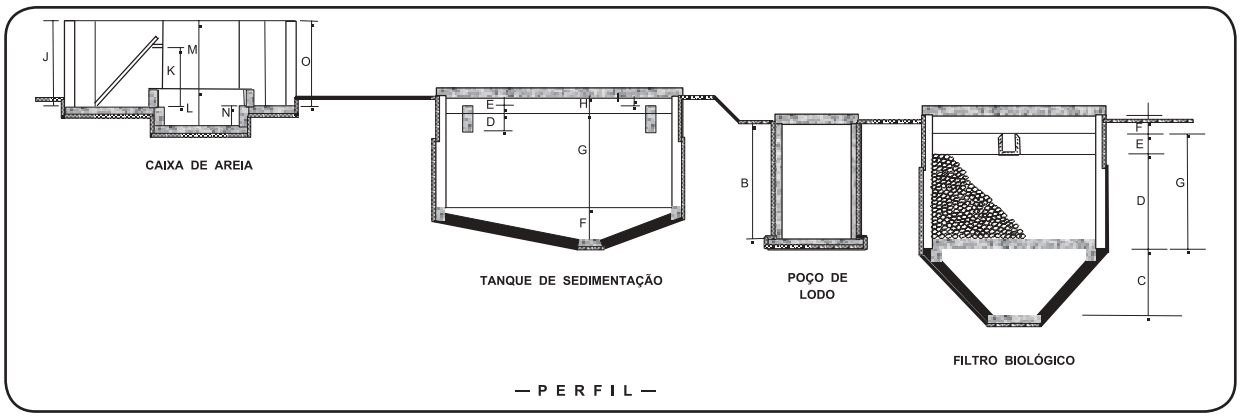


Tabela 17 — Dimensões de uma caixa de areia em relação ao número de habitantes

Hab.	Indicação no desenho (unidade em metros)														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
500	6.00	0.55	0.55	2.50	1.30	0.50	0.45	0.30	0.60	1.70	1.00	0.75	1.30	0.35	1.70
1.000	6.00	0.55	0.55	2.50	1.30	0.50	0.45	0.30	0.60	1.70	1.00	0.75	1.30	0.35	1.70
1.500	7.00	0.55	0.55	3.50	1.30	0.50	0.45	0.30	0.60	1.70	1.00	0.75	1.30	0.35	1.70

Tabela 18 — Dimensões de um tanque de sedimentação em relação ao número de habitantes

Hab.	Indicação no desenho (unidade em metros)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
500	1.80	4.00	0.30	0.30	0.20	0.50	2.00	0.30	0.10
1.000	2.50	5.00	0.30	0.40	0.20	0.50	2.00	0.30	0.10
1.500	2.80	6.00	0.40	0.40	0.20	1.00	2.50	0.30	0.10

Tabela 19 — Dimensões de um poço de lodo em relação ao número de habitantes

Hab.	Indicação no desenho (unidade em metros)	
	A	B
500	1.50	1.80
1.000	1.50	2.60
1.500	1.50	2.90

Tabela 20 — Dimensões de um filtro anaeróbio em relação ao número de habitantes

Hab.	Indicação no desenho (unidade em metros)						
	A	B	C	D	E	F	G
500	2.00	0.25	0.80	1.57	0.35	0.30	1.92
1.000	3.20	0.25	1.30	1.75	0.35	0.50	2.10
1.500	3.95	0.25	1.30	1.95	0.35	0.50	2.40

3.9.5.5. Leito de secagem

Os leitos de secagem são unidades de tratamento, geralmente em forma de tanques retangulares, projetados e construídos de modo a receber o lodo dos digestores, ou unidades de oxidação total, onde se processa a redução da unidade com a drenagem e evaporação da água liberada durante o período de secagem.

Podem ser caracterizados pelas seguintes partes:

- tanques de armazenamento;
- camada drenante;
- cobertura.

Os leitos de secagem podem ser construídos ao ar livre ou cobertos. Nos países tropicais não se justifica o uso de cobertura nos mesmos. Esta concepção torna o processo bastante oneroso.

Quando os leitos de secagem são cobertos geralmente nos países com grande precipitação de neve adota-se telhas transparentes, idênticas às utilizadas em estufas de plantas.

3.9.5.5.1. Funcionamento dos leitos de secagem

O funcionamento dos leitos de secagem é um processo natural de perda de umidade que se desenvolve devido aos seguintes fenômenos:

- liberação dos gases dissolvidos ao serem transferidos do digesto (pressão elevada) e submetidos à pressão atmosférica nos leitos de secagem;
- liquefação graças à diferença de peso específico aparente do lodo digerido e da água;
- evaporação natural da água em virtude de contato íntimo com a atmosfera;
- evaporação em virtude do poder calorífico do lodo.

O lodo em condições normais de secagem poderá ser removido do leito de secagem depois de um período, que varia de 20 a 40 dias, cuja umidade atinge valores de 60% a 70%. Em experiências realizadas na estação e tratamento de esgoto da Penha, RJ, o lodo lançado no leito de secagem com umidade média de 95% atinge valores de 50% depois de 20 dias de secagem em condições ótimas.

Na ETE - Cabanga (Recife-PE), valores em torno de 15 dias foram bastante frequentes.

Figura 110 — Planta do leito de secagem

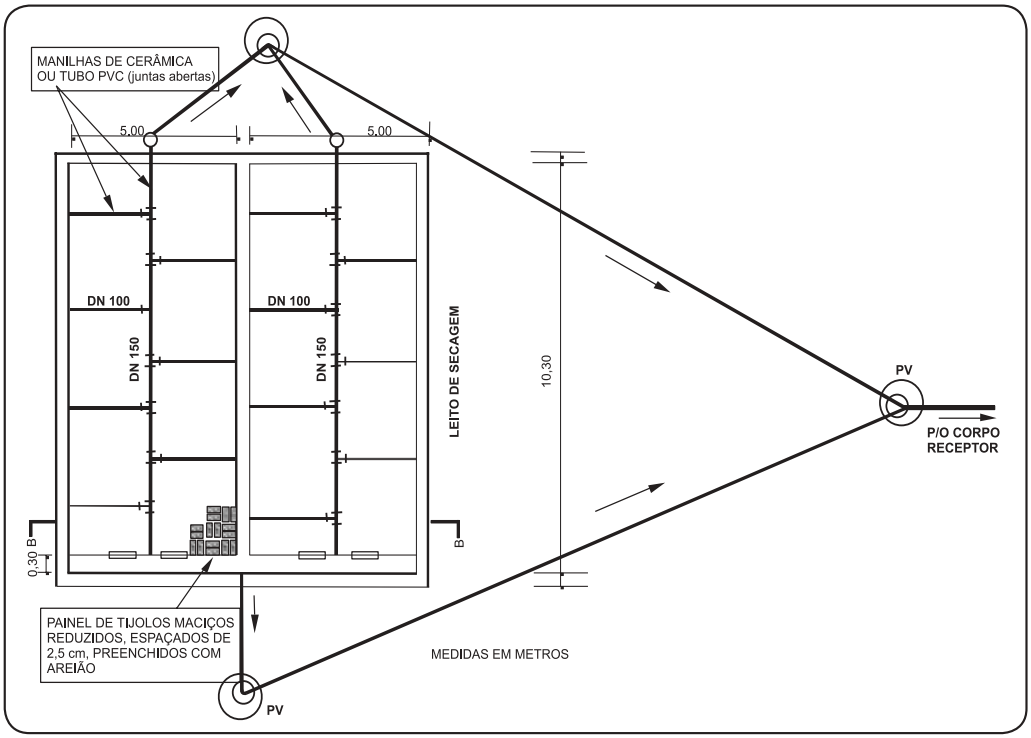
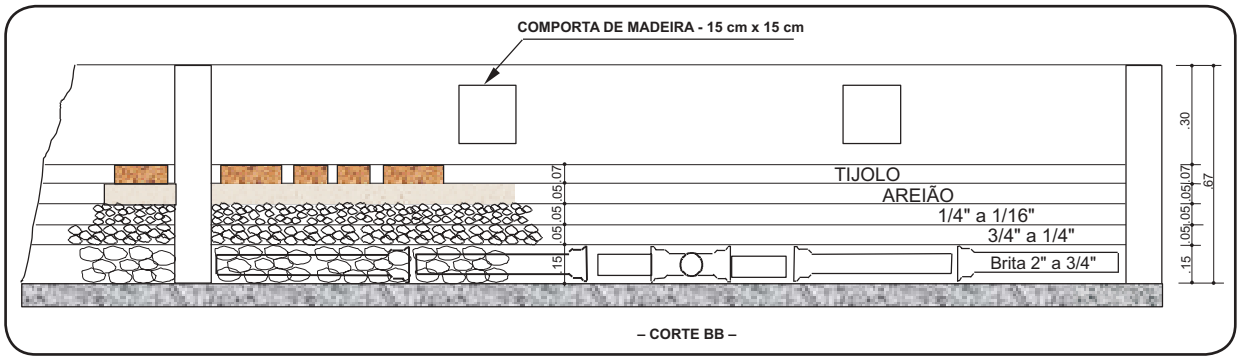


Figura 111 — Corte do leito de secagem



3.9.5.6. Outros tipos de tratamento

3.9.5.6.1. Tanque Imhoff e OMS

Compreende os tanques sépticos de câmaras superpostas.

Os tanques Imhoff e OMS destinam-se ao tratamento primário do esgoto, à semelhança dos tanques sépticos comuns. Compõem-se de uma câmara superior de sedimentação e outra inferior de digestão. A comunicação entre os dois compartimentos é feita unicamente por uma fenda que dá passagem aos lodos. A única diferença entre a fossa OMS e o tanque Imhoff está no detalhe da construção da câmara de decantação. Na OMS, esta câmara é vedada por cima, impedindo qualquer comunicação de gases entre os dois compartimentos.

a) funcionamento

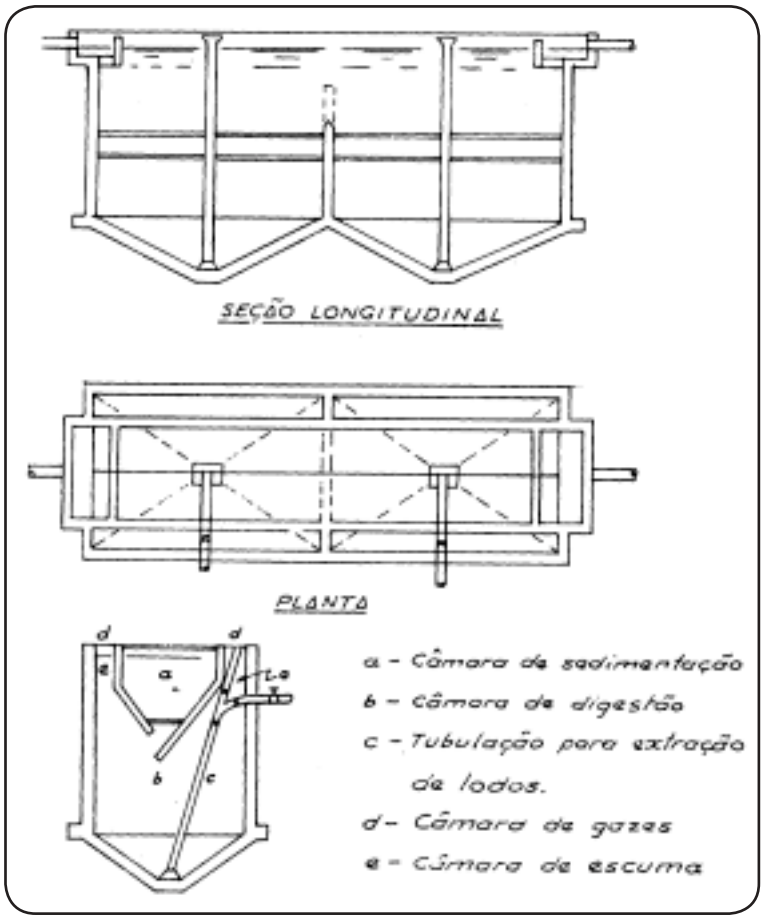
Os dispositivos de entrada e saída do esgoto no tanque são semelhantes aos dos tanques comuns.

O esgoto penetra na câmara de decantação onde esta se processa; a parte sedimentável precipita-se na câmara de digestão através de uma abertura (fenda), com 15cm de largura e comprimento igual à câmara de decantação.

Apresenta as seguintes vantagens sobre o tanque séptico:

- menor tempo de retenção, que poderá ser reduzido até duas horas, tornando-o mais econômico;
- melhor digestão, pois com a ausência de correntes ascendentes e descendentes, o processo de digestão não é perturbado, obtendo-se maior eficiência;
- melhor efluente, uma vez que graças à eficiência dos processos, de decantação e digestão, o líquido efluente é praticamente livre de partículas sólidas e tem a qualidade bacteriológica bastante melhorada;
- atendimento a populações maiores, pois se aplicam economicamente para atender até cerca de 5.000 pessoas.

Figura 112 — Tanque Imhoff


SEÇÃO LONGITUDINAL
PLANTA
a - Câmara de sedimentação
b - Câmara de digestão
c - Tubulação para extração de lodos.
d - Câmara de gazes
e - Câmara de escuma

b) dimensionamento

A determinação do volume útil do tanque Imhoff é obtida seguindo o processo de cálculo abaixo:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

Sendo:

V_1 - Volume da câmara de decantação (mínimo 500 litros):

$$V_1 = N \times C \times T$$

V_2 - Volume decorrente do período de armazenamento do lodo:

$$V_2 = R_1 \times N \times Lf \times Ta$$

V_3- Volume correspondente ao lodo em digestão

$$V_3 = R_2 \times N \times Lf \times Td$$

Onde:

N = número de contribuintes;

C = contribuição de despejos em litro/pessoa/dia (tabela 13);

T = período de retenção em dias (2 horas = 1/12 dia);

Ta = período de armazenamento de lodo em dias. Prevendo-se a limpeza anual do tanque.

Ta = 360 - Td = 300 dias;

Td = período de digestão de lodo em dias. Aproximadamente 60 dias;

Lf = contribuição de lodos frescos p/ pessoa/dia (tabela 13);

R_1 = 0,25 - coeficiente de redução do lodo digerido;

R_2 = 0,50 - coeficiente de redução do lodo em digestão.

c) dimensões internas:

- Tanques prismáticos
  - largura mínima: 1,00m;
  - altura útil mínima: 1,20m;
  - inclinação para as abas inferiores da câmara de decantação: 1,2:1 - sendo 1 na horizontal;
  - espaçamento mínimo para a fenda de saída da câmara de decantação: 0,10m;

- superposição das abas inclinadas inferiores na câmara de decantação, de tal maneira que impeçam a penetração de gases e partículas de lodo. Aproximadamente 25cm.

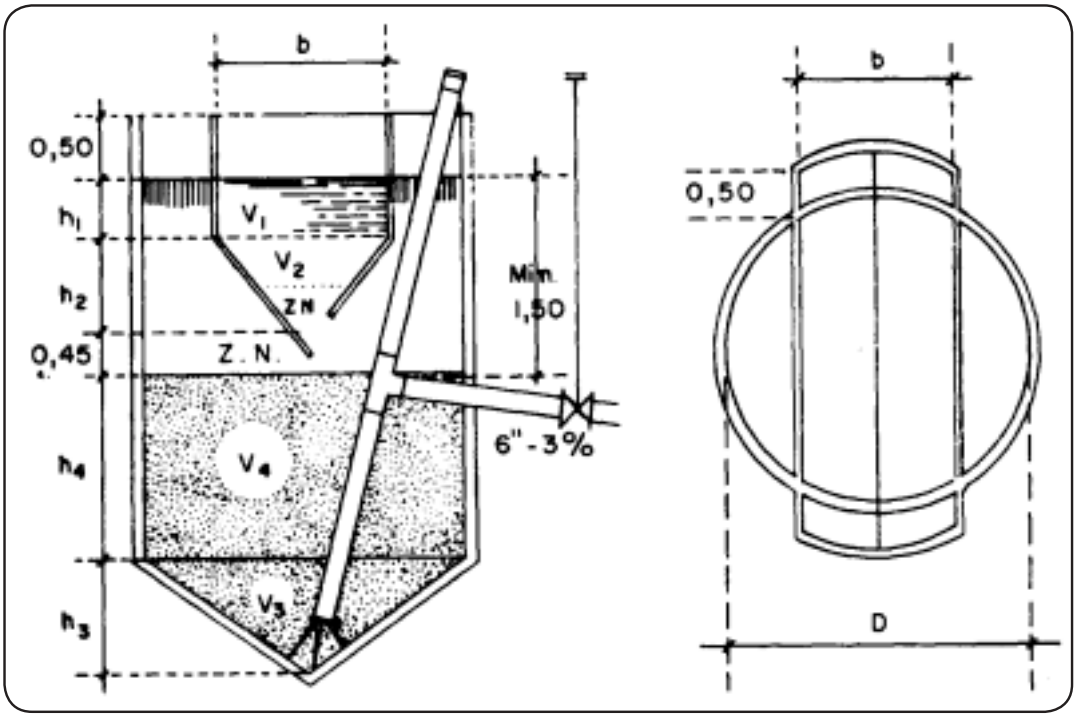
• tanques cilíndricos
  - diâmetro mínimo: 1,10m;
  - altura útil mínima: 1,20m.

Tabela 21 — Cálculo de pequenos tanques imhoff de secção circular*

População servida por tanque (P)	Diâmetro (M)
250	2,5 - 3,5
500	3,0 - 4,0
750	3,5 - 4,5
1.000	4,0 - 5,0
1.500	5,0 - 6,0
2.000	6,0 - 7,0
2.500	7,0 - 8,0

* Segundo Azevedo Neto.

Figura 113 — Tanque imhoff circular



As dimensões do tanque poderão ser determinadas:

- largura da câmara de sedimentação ..... b = 0,6 D;
- altura da parte de secção triangular ..... h_2 = 0, 625 b;
- volume da câmara de sedimentação, em m^3 ..... v_S = 0,02 P.

Volume da parte superior:

$$V_1 = V_S - V_2$$

Volume da parte inferior:

$$V_2 = \frac{(b + 0{,}72)}{2} (h_2 - 0{,}45)$$

Altura da parte de seção retangular:

$$h_1 = \frac{V_S - V_2}{b\ D}$$

Volume da câmara de digestão:

- No caso de tratamento primário:

$$V_d = 0{,}05\ P$$

No caso de tratamento biológico:

$$V_P = 0{,}07\ P$$

Altura do cone inferior

$$h_3 = \frac{D}{4}$$

Volume da parte cônica:

$$V = \frac{\pi D^3}{48}$$

Volume da parte cilíndrica:

$$V_4 = V_d - V_3$$

Altura da parte cilíndrica:

$$h_4 = \frac{4V_4}{\pi D_2}$$

Altura total:

$$H = 0{,}95 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

- destino do efluente líquido do tanque Imhoff

Ver orientações no item 3.9.5.1.6 (disposição do efluente líquido dos tanques sépticos).

3. 9.5.6.2. Lagoas de estabilização

a) generalidades

As lagoas de estabilização são o mais simples método de tratamento de esgotos existentes. São construídas através de escavação no terreno natural, cercado de taludes de terra ou revestido com placas de concreto. Geralmente têm a forma retangular ou quadrada.

Podem ser classificadas em quatro diferentes tipos:

- lagoas anaeróbias

Têm a finalidade de oxidar compostos orgânicos complexos antes do tratamento com lagoas facultativas ou aeradas. As lagoas anaeróbias não dependem da ação fotossintética das algas, podendo assim ser construídas com profundidades maiores do que as outras, variando de 2.0m a 5,0m. São projetadas sempre que possível associada a lagoas facultativas ou aeradas.

- lagoas facultativas

O seu funcionamento é por intermédio da ação de algas e bactérias sob a influência da luz solar (fotossíntese). A matéria orgânica contida nos despejos é estabilizada, parte transformando-se em matéria mais estável na forma de células de algas e parte em produtos inorgânicos finais que saem com efluente. Estas lagoas são chamadas de facultativas graças

às condições aeróbias mantidas na superfície liberando oxigênio e às anaeróbias mantidas na parte inferior onde a matéria orgânica é sedimentada. Têm profundidade variando de 1,0m a 2,5m e áreas relativamente grandes.

- lagoas de maturação

A sua principal finalidade é a redução de coliformes fecais, contido nos despejos de esgotos. São construídas sempre, depois do tratamento completo de uma lagoa facultativa ou outro tipo de tratamento convencional. Com adequado dimensionamento, pode-se conseguir índices elevados de remoção de coliformes, garantindo assim uma eficiência muito boa. As profundidades normalmente adotadas, são iguais as das lagoas facultativas.

- lagoas aeróbias ou de alta taxa

Têm como principal aplicação a cultura colheita de algas. São projetadas para o tratamento de águas residuárias decantadas. Constituem um poderoso método para produção de proteínas, sendo de 100 a 1.000 vezes mais produtivas que a agricultura convencional. É aconselhável o seu uso, para tratamento de esgoto, quando houver a viabilidade do reaproveitamento da produção das algas. A sua operação exige pessoal capaz e o seu uso é restrito. A profundidade média é de 0,3m a 0,5m.

3.9.5.6.3. Lagoas aeradas mecanicamente.

a) generalidades

As lagoas aeradas mecanicamente são idênticas às lagoas de estabilização, com uma única diferença, são providas de aeradores mecânicos de superfície instalados em colunas de concreto ou do tipo flutuantes e também de difusores. A profundidade varia de 3,0m a 5,0m. O esgoto bruto é lançado diretamente na lagoa depois de passar pôr um tratamento preliminar (caixa de areia). Funcionam como um tanque de aeração no qual os aeradores artificiais substituem a oxidação através das algas nas lagoas de estabilização.

A área para construção é inferior às das lagoas de estabilização em virtude da profundidade e do tempo de detenção para a estabilização da matéria orgânica, que também é menor. Há necessidade de energia elétrica para funcionamento desses aeradores.

Podem ser classificadas em três diferentes tipos:

- aeróbia com mistura completa;
- aerada facultativa;
- aerada com aeração prolongada.

As mais usadas, são as duas primeiras em função de ter menor custo e menor sofisticação em sua operação.

b) caixa de areia

As caixas de areia ou desarenadores, são unidades destinadas a reter areia e outros minerais inertes e pesados que se encontram nas águas de esgoto (entulhos, seixo, partículas de metal, carvão, etc.).

Esses materiais provêm de lavagem, enxurradas, infiltrações, águas residuárias das indústrias, etc.

Têm como seu principal emprego a proteção dos conjuntos elevatórios evitando abrasões, sedimentos incrustáveis nas canalizações e em partes componentes das ETEs, como, decantadores, digestores, filtros, tanques de aeração, etc.

3.9.5.6.4. Lodos ativados.

Ainda que apresentem variações em certos detalhes, os processos de lodos ativados consistem essencialmente da agitação de uma mistura de águas residuárias com um certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão por uma aeração adequada e durante um tempo necessário para converter uma porção biodegradável daqueles resíduos ao estado inorgânico, enquanto que o remanescente é convertido em lodo adicional. Tal lodo é separado por uma decantação secundária e em grande parte, é retornado ao processo sendo que a quantidade em excesso é disposta pelos meios usuais (digestão).

Os lodos ativados consistem de agregados floculentos de microorganismos, materiais orgânicos e inorgânicos. Os microorganismos considerados incluem bactérias, fungos, protozoários e metazoários como rotíferos, larvas de insetos e certos vermes. Todos eles se relacionam por uma cadeia de alimentação: bactérias e fungos decompõem o material orgânico complexo e por essa atividade se multiplicam servindo de alimento aos protozoários, os quais, por sua vez, são consumidos pelos metazoários que também podem se alimentar diretamente de bactérias, fungos e mesmo de fragmentos maiores dos flocos de lodos ativados.

O processo envolve então um estágio de aeração seguida por uma separação de sólidos da qual o lodo obtido é recirculado para se misturar com o esgoto. Na etapa de aeração ocorre uma rápida adsorção e floculação dos materiais orgânicos dissolvidos e em suspensão coloidal. Ocorre ainda uma oxidação progressiva e uma síntese dos compostos orgânicos adsorvidos e daqueles que são continuamente removidos da solução. Finalmente, oxidação e dispersão das partículas de lodo com o prosseguimento da aeração.

O processo dos lodos ativados é o mais versátil dos processos biológicos de tratamento. Pode produzir um efluente com concentração de matéria orgânica variando de muito alta a muito baixa. Historicamente, foi desenvolvido a partir de 1913 na Inglaterra e permaneceu sem sofrer grandes alterações por quase trinta anos. Quando começaram as mudanças elas foram provocadas mais pelos operadores das estações , ao tentarem solucionar problemas especiais, do que propriamente por engenheiros envolvidos em projetos ou pesquisas. Com o avanço da tecnologia, entretanto, começaram os grupos de pesquisa a trazer sua contribuição em termos de modificações básicas no processo.

Muitas modificações do processo de lodos ativados têm sido desenvolvidas nos últimos anos, mas apenas duas variações básicas devem ser consideradas:

- sistema convencional, no qual absorção, floculação e síntese são alcançadas em um estágio;
- sistema de estabilização por contato, no qual a oxidação e a síntese do material orgânico removido ocorrem em um tanque de aeração separado.

3.9.5.6.5. Sistema Uasb biofiltro aerado (segundo Profº Ricardo Franci Gonçalves - Ufes)

a) fluxograma de tratamento

As seguintes unidades compõem o fluxograma de tratamento da ETE:

- pré-tratamento: grade média (limpeza manual,situada na estação elevatória);
- tratamento primário: reator anaeróbio de fluxo ascendente (Uasb);
- tratamento secundário: biofiltros aerados submersos;
- desidratação do lodo: leitos de secagem;
- bombeamento.

b) estação elevatória de esgoto e de lodo do BF (biofiltro)

O esgoto gradeado é encaminhado para a estação de recalque, onde será bombeado para o reator Uasb. A estação elevatória também receberá o lodo de lavagem dos biofiltros aerados submersos, na ocasião em que estes reatores forem submetidos a lavagem do meio granular. O lodo será bombeado para o reator Uasb, juntamente com o esgoto pré-tratado.

c) desarenador

O desarenador objetiva evitar o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos. Será instalado um desarenador do tipo canal com limpeza manual, situado no alto do reator Uasb. Vertedores triangulares serão instalados na saída do desarenador, objetivando o controle de nível d'água e a distribuição vazões para alimentação do reator Uasb.

A areia será removida periodicamente do desarenador, sendo acondicionada em caçambas e encaminhadas para aterro sanitário.

d) reator anaeróbio com manta de lodo e fluxo ascendente (Uasb)

O reator Uasb consiste de um fluxo ascendente de esgotos através de um leito de lodo biológico denso e de elevada atividade metabólica anaeróbia. O perfil de sólidos no reator varia de muito denso e com partículas granulares de elevada capacidade de sedimentação próximas ao fundo (leito de lodo), até um lodo mais disperso e leve, próximo ao topo do reator (manta de lodo). Um dos princípios fundamentais do processo é a sua capacidade em desenvolver uma biomassa de grande atividade no reator. Essa biomassa pode se apresentar em flocos ou em grânulos (1mm a 5mm de tamanho).

O cultivo de um lodo anaeróbio de boa qualidade é conseguido por meio de um processo cuidadoso de partida, durante o qual a seleção da biomassa é imposta, permitindo que o lodo mais leve, de má qualidade, seja arrastado para fora do sistema, ao mesmo tempo que o lodo de boa qualidade é retido. O lodo mais denso, normalmente, se desenvolve junto ao fundo do reator e apresenta uma concentração de sólidos totais da ordem de 40g a 100g SST/l. Usualmente, não se utiliza qualquer dispositivo mecânico de mistura, uma vez que estes parecem ter um efeito adverso na agregação do lodo, e, conseqüentemente, na formação de grânulos.

As eficiências de remoção da matéria orgânica costumam se situar na faixa de 70% a 80% (DBO5), o que, em alguns casos, pode inviabilizar o lançamento direto dos efluentes tratados no corpo receptor. Por este motivo, embora o Uasb seja um reator que inclua amplas vantagens, principalmente no que diz respeito a requisitos de área, simplicidade de operação, projeto e manutenção e redução média de matéria orgânica, é bastante importante que seja incluída uma etapa de pós-tratamento para este processo.

Portanto, na ETE o reator Uasb realizará o tratamento primário, sendo inserido no circuito de tratamento logo após o pré-tratamento. O Uasb será construído em aço carbono protegido contra a corrosão. A digestão do lodo de lavagem dos biofiltros será realizada nesta unidade.

e) descrição dos biofiltros aerados submersos

Os BFs são reatores biológicos à base de culturas de microorganismos fixas sobre camada suporte imóvel. Na prática, um BF é constituído por um tanque preenchido com um material poroso, através do qual água residuária e ar fluem permanentemente. Na quase totalidade dos processos existentes, o meio poroso é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os BFs como reatores trifásicos compostos por:

- fase sólida: constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microorganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme);
- fase líquida: composta pelo líquido em permanente escoamento através do meio poroso;
- fase gasosa: formada pela aeração artifical e, em reduzida escala, pelos gases subprodutos da atividade biológica no reator.

A característica principal do processo é a sua capacidade de realizar, no mesmo reator, a remoção de compostos orgânicos solúveis e de partículas em suspensão presentes no esgoto. A fase sólida, além de servir de meio suporte para as colônias bacterianas depuradoras, constitui-se num eficaz meio filtrante.

Lavagens periódicas são necessárias para eliminar o excesso de biomassa acumulada, mantendo as perdas de carga hidráulica através do meio poroso em níveis aceitáveis . A lavagem do BF é uma operação compreendendo a interrupção total da alimentação com esgoto e diversas descargas hidráulicas seqüenciais de ar e água de lavagem (retro-lavagem).

A função dos BFs será a de garantir o polimento do efluente anaeróbio dos Uasb. Este processo de tratamento é capaz de produzir um efluente de excelente qualidade, sem a necessidade de uma etapa complementar de clarificação. A DBO5 e uma fração do nitro-

gênio amoniacal remanescentes dos Uasb serão oxidadas através da grande atividade do biofilme aeróbio. Em conseqüência da grande concentração de biomassa ativa, os reatores serão extremamente compactos. Os BFs também serão construídos em aço carbono.

3.10. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos - NBR 7229.* Rio de Janeiro, 1993.

_____ . *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação - NBR 13969.* Rio de Janeiro, 1997.

ASSEMAE. *Como fazer saneamento no seu Município.* Brasília, 1997.

AZEVEDO NETO, J. M., AMARAL e SILVA, C. C. *Sistemas de Esgotos Sanitários.* São Paulo : CETESB, 1982.

BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento.* Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Projeto para o controle do complexo teníase/ cisticercose no Brasil.* Brasília, 1996. 53 p.

CAESB. *Relatório técnico/97 :* padronização de projetos para sistemas condominiais de esgotamento sanitário. Brasília, 1997.

CETESB. *Fossa séptica.* São Paulo, 1990.

_____ . *Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades.* São Paulo, 1990.

DACACH, N.G. *Saneamento básico.* 3. ed. Rio de Janeiro : Editora Didática e Científica, 1990.

FEEMA. *Manual do meio ambiente :* sistema de licenciamento de atividades poluidoras. Rio de Janeiro, 1983.

GONÇALVES, R. F. G. *Sistema Uasb biofiltro aerado.* Vitória : Universidade Federal do Espírito Santo, 1998.

MENDONÇA, S. R. *Tópicos avançados em sistemas de esgoto sanitário.* [S.l. : s.n.], 1991.

NISKIER, J., MACINTYRE, J. *Instalações hidráulicas prediais e industriais.* Rio de Janeiro, 1984.

NETO, C. *Apostila do Curso de esgotos com ênfase no sistema condominial. Mimeo.*

PESSOA, C., JORDÃO, E. P. T*ratamento de esgotos domésticos - vol. 1.* 2. ed. Rio de Janeiro, 1982.

SISTEMA DE DISPOSIÇÃO LOCAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS. Rio de Janeiro : SUPET : SOSP, 1997.

Capítulo 4

Resíduos sólidos

4.1. Considerações gerais

Os resíduos sólidos são materiais heterogêneos, (inertes, minerais e orgânicos) resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos sólidos constituem problemas sanitário, econômico e principalmente estético.

De modo geral, os resíduos sólidos são constituídos de substâncias:

- Facilmente degradáveis (FD): restos de comida, sobras de cozinha, folhas, capim, cascas de frutas, animais mortos e excrementos;
- Moderadamente degradáveis (MD): papel, papelão e outros produtos celulósicos;
- Dificilmente degradáveis (DD): trapo, couro, pano, madeira, borracha, cabelo, pena de galinha, osso, plástico;
- Não degradáveis (ND): metal não ferroso, vidro, pedras, cinzas, terra, areia, cerâmica.

Sua composição varia de comunidade para comunidade, de acordo com os hábitos e costumes da população, número de habitantes do local, poder aquisitivo, variações sazonais, clima, desenvolvimento, nível educacional, variando ainda para a mesma comunidade com as estações do ano.

4.1.1. Classificação dos Resíduos Sólidos, quanto à sua origem:

- domiciliar;
- comercial;
- industrial;
- serviços de saúde;
- portos, aeroportos, terminais ferroviários e terminais rodoviários;
- agrícola;
- construção civil;
- limpeza pública (logradouros, praias, feiras, eventos, etc.);
- abatedouros de aves;

- matadouro;
- estábulo.

4.1.2. Características físicas

- compressividade: é a redução do volume dos resíduos sólidos quando submetidos a uma pressão (compactação);
- teor de umidade: compreende a quantidade de água existente na massa dos resíduos sólidos;
- composição gravimétrica: determina a porcentagem de cada constituinte da massa de resíduos sólidos, proporcionalmente ao seu peso;
- *per capita*: é a massa de resíduos sólidos produzida por uma pessoa em um dia (kg/hab/dia);
- peso específico: é o peso dos resíduos sólidos em relação ao seu volume.

4.1.3. Características químicas

- poder calorífico: indica a quantidade de calor desprendida durante a combustão de um quilo de resíduos sólidos;
- teores de matéria orgânica: é o percentual de cada constituinte da matéria orgânica (cinzas, gorduras, macronutrientes, micronutrientes, resíduos minerais, etc);
- relação carbono/nitrogênio (C/N): determina o grau de degradação da matéria orgânica;
- potencial de hidrogênio (pH): é o teor de alcalinidade ou acidez da massa de resíduos.

4.1.4. Características biológicas

Na massa dos resíduos sólidos apresentam-se agentes patogênicos e microorganismos, prejudiciais à saúde humana.

No quadro 15 apresenta o tempo de sobrevivência (em dias) de microorganismos patogênicos presentes nos RS (resíduos sólidos).

Quadro 15 — Tempo de sobrevivência (em dias) de microorganismos patogênicos nos resíduos sólidos

Microorganismos	Doenças	RS (dias)
Bactérias		
Salmonella typhi	Febre tifóide	29 — 70
Salmonella Paratyphi	F. paratifóide	29 — 70
Salmonella sp	Salmoneloses	29 — 70
Shigella	Disenteria bacilar	02 — 07
Coliformes fecais	Gastroenterites	35
Leptospira	Leptospirose	15 — 43
Mycrobacterium tuberculosis	Tuberculose	150 — 180
Vibrio cholerae	Cólera	1 — 13*
Vírus	—	—
Enterovírus	Poliomielite (Poliovirus)	20 — 70
Helmintos		
Ascaris lumbricoídes	Ascaridíase	2.000 — 2.500
Trichuris trichiura	Trichiuríase	1800**
Larvas de ancilóstomos	Ancilostomose	35**
Outras larvas de vermes	-	25 — 40
Protozoários		
Entamoeba histolytica	Amebíase	08 — 12

*Felsenfeld, (1965) em alimentos.

**Rey, (1976) em laboratório.

Fonte: Adaptado de Suberkropp (1974) In Lima (1995).

Quadro 16 — Enfermidades relacionadas com os resíduos sólidos, transmitidas por macrovetores e reservatórios

Vetores	Forma de transmissão	Enfermidades
Rato e Pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose Peste bubônica Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide Cólera Amebíase Disenteria Giardíase Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária Febre amarela Dengue Leishmaniose

continuação

Vetores	Forma de transmissão	Enfermidades
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide Cólera Giardíase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase Cisticercose
Cão e Gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

Fonte: Adaptado de Barros, 1995.

Observação: O próprio homem, o catador, enquadra-se neste grupo.

4.1.5. Importância sanitária dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos constituem problema sanitário de importância, quando não recebe os cuidados convenientes.

As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos resíduos sólidos têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: de prevenir e controlar doenças a eles relacionadas.

Além desse objetivo, visa-se ao efeito psicológico que uma comunidade limpa exerce sobre os hábitos da população em geral, facilitando a instituição de hábitos correlatos.

Obviamente, os resíduos sólidos constituem problema sanitário porque favorecem a proliferação de vetores e roedores. Podem ser vetores mecânicos de agentes etiológicos causadores de doenças, tais como: diarréias infecciosas, amebíase, salmoneloses, helmintoses como ascaridíase, teníase e outras parasitoses, bouba, difteria, tracoma. Serve, ainda, de criadouro e esconderijo de ratos, animais esses envolvidos na transmissão da peste bubônica, leptospirose e tifo murino.

As baratas que pousam e vivem nos resíduos sólidos onde encontram líquidos fermentáveis, têm importância sanitária muito relativa na transmissão de doenças gastro-intestinais, por meio de transporte mecânico de bactérias e parasitas das imundícies para os alimentos e pela eliminação de fezes infectadas. Podem, ainda, transmitir doenças do trato respiratório e outras de contágio direto, pelo mesmo processo.

É de notar-se também a possibilidade de contaminação do homem pelo contato direto com os resíduos sólidos ou pela massa de água por estes poluídas. Por serem fontes contínuas de microorganismos patogênicos, tornam-se uma ameaça real à sobrevivência do catador de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos, por disporem água e alimento, são pontos de alimentação para animais, como cães, aves, suínos, equinos e bovinos.

Prestam-se ainda os resíduos sólidos à perpetuação de certas parasitoses, como as triquinoses, quando se faz o aproveitamento de restos de cozinha (carnes contaminadas) para a alimentação de porcos. Possibilita, ainda, a proliferação de mosquitos que se desenvolvem em pequenas quantidades de água acumuladas em latas, vidros e outros recipientes abertos, comumente encontrados nos monturos.

4.1.6. Importância econômica dos resíduos sólidos

As vantagens econômicas da solução adequada para o problema dos resíduos sólidos podem ser encaradas como decorrência da solução dos problemas de ordem sanitária, qual seja, o aumento da vida média efetiva do homem, quer pela redução da mortalidade, quer pela redução de doenças.

Quando os resíduos sólidos são dispostos de maneira inadequada, favorecem a proliferação de ratos que, além de serem transmissores de doenças e de destruírem gêneros alimentícios e utensílios, podem causar incêndios provocados por danos às instalações elétricas.

A solução do problema constitui ganho para a comunidade. Eis, porque projetos e programas são desenvolvidos no sentido da recuperação econômica de materiais recicláveis e orgânicos, encontrados nos resíduos sólidos.

4.2. Acondicionamento, coleta e transporte dos resíduos sólidos

4.2.1. Acondicionamento nas fontes produtoras

Existem várias maneiras de acondicionar os resíduos sólidos, conforme descrição abaixo:

a) resíduos domiciliares/comerciais:

- recipientes rígidos;
- recipientes herméticos;
- sacos plásticos descartáveis;
- contêiner coletor ou intercambiável;

b) resíduos de varrição:

- sacos plásticos descartáveis; apropriados;
- contêiner coletor ou intercambiável;
- caixas subterrâneas;
- recipientes basculantes — cestos;
- contêineres estacionários;

c) feiras livres e eventos:

- recipientes basculantes — cestos;
- contêineres estacionários;
- tambores de 100/200l;
- cestos coletores de calçadas.

d) entulhos:

- contêineres estacionários;

e) podas:

- contêineres estacionários;

f) resíduos dos serviços de saúde:

- sacos plásticos confeccionados com material incinerável para os resíduos comuns;
- recipientes feitos com material incinerável como polietileno rígido, papelão ondulado ou outro material com as mesmas características, para acondicionamento dos resíduos infectantes.

g) outros (matadouros e estábulos):

- estes são coletados e transportados para o destino final, ou acondicionados em contêineres estacionários.

Foto 10 — Sacos e sacolas

Foto 11 — Papeleiras para postes

Foto 12 — Acondicionadores domiciliares

Figura 13 — cestos de calçadas

Para o acondicionamento dos resíduos sólidos nas fontes produtoras é necessário prestar esclarecimentos à comunidade quanto aos seguintes aspectos:

- modo mais adequado de acondicionar os resíduos sólidos para coleta;
- características do recipiente;
- localização do recipiente;
- serviço de coleta: o recipiente deve estar, na hora da coleta, no local previamente estabelecido nas leis orgânicas municipais, que comumente é a calçada da frente da residência;
- perigos decorrentes de mau acondicionamento, dando lugar a criadouro de moscas, baratas, mosquitos e ratos e de suas consequências;
- higienização dos locais de acondicionamento;
- aspectos visados: controle de vetores, redução de odores e estética.

Quadro 17 — Tipos de acondicionadores estacionários

Caixa *brooks*	Capacidade de 5,0m³ a 7,0m³ Basculante por trás do veículo
Caixa *dempster*	Capacidade de 3,0m³ a 4,0m³ Descarga por baixo
Caçamba coletora	Capacidade de 2,5m³ a 30,0m³ Com ou sem compactação

4.2.2. Vantagens e desvantagens dos recipientes

Quadro 18 - Recipientes metálicos ou plásticos

Vantagens	Desvantagens
• maior resistência; • menor custo ao longo do tempo.	• alto nível de ruído em sua manipulação; • perda de tempo do gari, decorrente da necessidade de recolocar o recipiente no lugar de origem; • necessidade de lavagem constante; • possibilidade de amassar/trincar; • desgaste natural; • derramamento provocado por animais.

Quadro 19 — Recipientes de borrachas tipo “pneus de caminhão

Vantagens	Desvantagens
• maior resistência em virtude da capacidade de amassar e voltar ao seu formato anterior; • menor custo na aquisição; • não sofre corrosão; • evita ruído durante a coleta; • matéria-prima disponível e de baixo custo.	• necessita de lavagem constante; • derramamento provocado por animais.

Quadro 20 — Saco plástico

Vantagens	Desvantagens
• facilidade de coleta; • maior rapidez no trabalho de coleta; • higiene no manuseio dos resíduos sólidos; • mais leve; • não sofre corrosão; • evita ruído durante a coleta; • reduz problema da catação; • não danifica o uniforme do gari; • evita derramamento dos resíduos;	• custo ao longo do tempo mais elevado que o recipiente metálico e plástico; • possibilidade de problemas em aterros sanitários; • possibilidade de aumento da poluição atmosférica e visual.

Quadro 21 — Contêineres estacionários

Vantagens	Desvantagens
• maior resistência; • acondiciona grandes volumes; • fácil estacionamento na fonte geradora.	• custo elevado; • dificulta a passagem de pedestres, quando colocadas em calçadas ou passagens.

4.2.3. Coleta e transporte dos resíduos sólidos

Nos municípios brasileiros, a prática da coleta regular unificada é utilizada para os resíduos domiciliares e comerciais.

Os diversos tipos de serviços de coleta de resíduos sólidos são classificados da seguinte forma:

- coleta domiciliar, compreende a coleta dos resíduos sólidos domiciliares e estabelecimentos comerciais;
- coleta de feiras livres, praias, calçadas e estabelecimentos públicos;
- coleta de resíduos de serviços de saúde;
- a coleta especial contempla os resíduos não recolhidos pela coleta regular;
- a coleta seletiva visa a recolher os resíduos segregados na fonte. Esse tipo de coleta está relacionado com a reciclagem e executado por um plano específico;
- a coleta dos estabelecimentos industriais, deve ser diferenciada da regular e especial.

Sob o ponto de vista sanitário, a eficiência da coleta reduz os perigos decorrentes de mau acondicionamento na fonte. O sistema de coleta deve ser bem organizado a fim de produzir o maior rendimento possível e servir, pela sua pontualidade, de estímulo e exemplo para que a comunidade colabore. Esta participação é importante para a solução do problema e consiste, principalmente, no adequado acondicionamento dos resíduos sólidos e na colocação dos recipientes em locais preestabelecidos.

Dado que o trabalho realizado pela equipe assume caráter de alta importância, tornando-se necessário que em seu treinamento sejam abordados princípios de cidadania, cuidados ligados à conservação do equipamento e dos recipientes, além dos imprescindíveis conhecimentos de ordem sanitária, sanadores dos riscos potenciais causados pelos resíduos sólidos.

Sob o aspecto econômico, o planejamento e a organização de um bom sistema de coleta são fundamentais, uma vez que esta fase corresponde de 50% a 80%, e às vezes mais, do custo das operações de limpeza, nos centros urbanos.

De um modo geral a coleta e transporte devem garantir os seguintes requisitos:

a) a universalidade do serviço prestado;

b) regularidade da coleta (periodicidade, freqüência e horário).

- Periodicidade: os resíduos sólidos devem ser recolhidos em períodos regulares. A irregularidade faz com que a coleta deixe de ter sentido sob o ponto de vista sanitário e passe a desestimular a dona-de-casa;
- Freqüência: é o intervalo entre uma coleta e a seguinte, e deve ser o mais curto possível. Em nosso clima, aconselha-se coleta diária, sendo aceitável fazê-la em dias alternados; a freqüência de coleta dependerá dos parâmetros estabelecidos para a execução e disponibilidade de equipamento.
- Horário: usualmente a coleta é feita durante o dia. No entanto, a coleta noturna se mostra mais viável em áreas comerciais e outros locais de intenso tráfego de pessoas e de veículos.

4.2.4. Equipamentos de coleta e transporte

No que se refere à coleta e ao transporte dos resíduos sólidos, usa-se vários tipos de veículos como o tipo lutocar, carroça de tração animal, caçamba convencional do tipo prefeitura, caçamba do tipo basculante e caminhão com e sem compactação, etc.

Quadro 22 — Demonstrativo de equipamentos de coleta e transporte

Tipo	Vantagens	Desvantagens
• Veículo do tipo lutocar com capacidade para 100 litros. 	- coleta os resíduos de varrição imediatamente; - trafega em locais de vias estreitas; - fácil limpeza e manuten-ção.	- coleta pequenas quanti-dades de resíduos; - necessita de ponto de apoio para seu esvazia-mento.
• Carroça de tração animal. 	- coleta os resíduos em pequenas localidades (po-voado); - não consome combustível.	- transporta, apenas, peque-nas quantidades de resí-duos; - alimentação e tratamento do animal.
• Caçamba tipo basculante. 	- possibilidade de realizar outras tarefas.	- necessidade de lona para evitar a ação do vento e a poluição visual; - os resíduos são jogados na rua, mesmo com a utilização de lonas; - altura da caçamba dificulta o trabalho dos garis.
• Caminhão com sistema de compactação com capaci-dade de 15m³ a 50m³. 	- capacidade de coletar grandes volumes; - mais econômico — reduz em média 34% por t/km; - maior velocidade opera-cional (km/h); - evita derramamento dos resíduos; - condições ergométricas ideais para o serviço do gari; - maior produtividade; - descarregamento rápido; - dispensa arrumação dos resíduos nas carrocerias; - diminui os inconvenientes sanitários.	- preço elevado do equipa-mento; - alto custo de manutenção mecânica; - não trafega em trecho de acesso complicado; - relação custo/benefício desfavorável em cidade de baixa densidade popula-cional.

Tipo	Vantagens	Desvantagens
• Carreta rebocada por trator.	- baixo investimento; - relação custo/benefício, favorável para municípios de baixas populações; - o trator pode realizar outros tipos de serviços de limpeza.	- menos produtividade; - transporte de pequenos volumes; - derramamento dos resíduos.

Quadro 23 — Carreta rebocada por trator - Capacidade das carretas mais usadas.

Altura (cm)	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Volume (m^3)	Ton.
50	190	400	3,5	6
50	190	320	3,0	4
50	176	308	3,0	3,5
50	156	240	2,0	2,0

4.2.5. Dimensionamento de veículo para coleta domiciliar

O dimensionamento da coleta está ligado ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos onde descreve as ações relativas ao manejo, sendo contemplado a geração, segregação, acondicionamento, coleta, transporte e destinação final.

Programar e dimensionar são tarefas necessárias, quando se detecta a necessidade de reformular os serviços existentes e quando se planeja ampliações para locais não atendidos.

Quando a coleta domiciliar é contratada pela Prefeitura, cabe a essa gerenciar os principais requisitos necessários à contemplação das etapas de coleta, transporte e disposição final.

Fatores que influenciam a produção de Lixo:

- variações da economia;
- aspectos sazonais;
- aspectos climáticos;
- influências regionais;
- migrações;
- turismo;
- peso dos resíduos em função de seu volume ocupado - kg/m^3

Tabela 22 — Massas específicas dos resíduos sólidos

Tipo de resíduo	Kg/m³
Restos de alimento	288
Papel	81,7
Papelão	49,6
Plásticos	64,1
Materiais têxteis	64,1
Borracha	128
Couro	160,2
Adornos de flores	104,1
Madeiras	240,3
Vidro	193,8
Folhas de flandre	88,1
Metais não ferrosos	160,2
Metais ferrosos	320,4
Lama, cinza, tijolos	480

Observação: - Produção dos resíduos sólidos urbanos - Média da América Latina
- Média de produção de resíduos sólidos urbanos — 0,9kg/hab./dia
- Média de produção de resíduos de serviços de saúde - 3,0kg/leito/dia
- Média de produção de resíduos perigosos - 0,5kg/leito/dia

Tabela 23 — Média nacional de produção de resíduos domiciliares, por faixa de população.

Faixa de população	Produção kg/hab./dia
Até 100 mil	0,4
100 mil a 200 mil	0,5
200 mil a 500 mil	0,6
Acima de 500 mil	0,7

Observação: Média nacional de resíduos de serviços de saúde - 2,63kg/leito/dia.

4.2.5.1. Índices de Produtividade Média para:

a) coleta:

- para coletar 16m³, três garis realizam em quatro horas, estimando-se de 4,30 a 6,8 casa/minuto/gari;
- velocidade média de coleta — 6,5km/h.

b) descarga:

- caminhão basculante — cinco minutos;
- caminhão sem basculante (3 garis) — 15 a 20 minutos.

c) custos:

- coleta de lixo — US$ 15 a 45/ton.;
- transporte a aterros — US$ 6 a 20/ton.

4.2.5.2. Serviços de coleta domiciliar e suas etapas:

- estimativa da quantidade de resíduos a ser coletado;
- definição das freqüências de coleta;
- definição dos horários de coleta domiciliar;
- dividir a cidade em setores;
- definição de itinerário de coleta.
- dimensionamento da frota dos serviços.

4.2.5.2.1. Definição das etapas:

a) pode se estimar a quantidade de resíduos coletados por meio de monitoramento da coleta, de duas maneiras:

- monitoramento seletiva por amostragem;
- monitoramento da totalidade do serviço existente.

Além desses dados, se faz necessário estimar o número de habitantes de cada setor, que pode ser extraído da quantidade de domicílios de cada trecho, do cadastro imobiliário da prefeitura ou do inquérito sanitário;

b) a frequência da coleta de resíduos domiciliares indica o tempo entre uma coleta e outra no mesmo local;

c) a coleta de resíduo domiciliar pode ser realizada em dois turnos: diurno e noturno conforme quadros 18 e 19.

Quadro 24 — Horário diurno

Vantagens	Desvantagens
• facilita melhor o acompanhamento dos serviços pela equipe de fiscalização; • torna-se mais econômico; • recolhimento do recipiente pelo interessado; • sinalização do veículo coletor pela buzina.	• prejudica o trânsito de veículos; • menor produtividade em regiões de clima quente; • maior desgaste do trabalhador.

Quadro 25 — Horário noturno

Vantagens	Desvantagens
• maior abrangência da coleta (domiciliar e comercial); • os resíduos não atrapalham os transeuntes e propiciando dá um bom aspecto estético; • não interfere no tráfego intenso durante o dia.	• provoca ruídos pela manipulação dos recipientes e veículos coletores; • difícil fiscalização por parte da equipe de serviço; • custo elevado da mão-de-obra em virtude do adicional noturno.

d) o dimensionamento dos serviços de coleta domiciliar visa a determinação da quantidade de veículos coletores necessários aos serviços de coleta e dos elementos que compõem o itinerário.

Para dimensionar os serviços e equipamentos para a coleta e transporte dos resíduos, é necessário realizar um levantamento das informações, onde será usado como base os seguintes itens:

- mapa geral do município (Esc. 1:10.000);
- mapa cadastral ou semicadastral (Esc. 1:5.000);
- mapa com definição do tipo de pavimentação;
- mapa Planialtimétrico;
- mapa indicativo das regiões ou ruas comerciais;
- mapa com localização das unidades de ensino, unidades de saúde, concentrações industriais, garagem municipal de veículos, localização da área de destinação final dos resíduos ou indicativo do sentido;
- sentido do tráfego das avenidas e ruas;
- listagem dos veículos disponíveis da frota e respectivas capacidades.

e) fórmulas para cálculo da frota regular:

Para cidades de pequeno e médio porte

$$Nf = \frac{Lc}{Cv \times Nv} \times Fr$$

onde:

Nf = Quantidade de veículo

Lc = Quantidade de resíduos a ser coletado em m^3 ou t.

Cv = Capacidade de veículo em m^3 ou ton (considerar 80% da capacidade).

Nv = Número de viagem por dia (máximo de três viagens).

$$Fr = \text{Fator Freqüência} = \frac{\text{número de dias de produção de resíduos na semana}}{\text{Número de dias efetivamente coletados}}$$

- Para dimensionamento da frota para cidade de grande porte:

  onde:

$$NS = (1/J) \times \{(L/Vc) + 2 \times (Dg/Vt) + 2 \times [(Dd/Vt) \times (1/J) \times (Q)/C)]\}$$

  J = Duração útil da jornada de trabalho da equipe (em número de horas, desde a saída da garagem até o seu retorno, excluindo intervalo para refeições e outros tempos improdutivos);

  L = Extensão total das vias (ruas e avenidas) do setor de coleta, em km;

  Vc = Velocidade média de coleta, em km/h;

  Dg = Distância entre a garagem e o setor de coleta em km;

  Vt = Velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência, em km/h;

  Q = Quantidade total de resíduos a ser coletado no setor, em t. ou em m^3;

  C = Capacidade dos veículos de coleta, em t ou em m^3; em geral, adota-se um valor que corresponde a 70% da capacidade nominal, considerando-se a variabilidade da quantidade de resíduos coletados a cada dia.

f) o itinerário de coleta significa o percurso que o transporte faz dentro de um mesmo setor, em um espaço de tempo.

g) sugestões para facilitar o itinerário da coleta:

- começar a coleta nas proximidades da garagem e terminá-la próximo à estação de transferência ou o destino final;
- coletar em vias com declive, no sentido de cima para baixo;
- para cada itinerário é necessário um roteiro gráfico e descritivo do setor (mapas).

4.2.6. Estações de transferência

As estações de transferência servem para limitar o percurso dos transportes coletores. São espaços físicos para armazenamento temporário dos resíduos. Bastante utilizados em grandes centros urbanos, em que uma maior economia é conseguida pelo transporte dos resíduos em veículos com capacidade de $40m^3$ a $60m^3$.

Classificação das estações de transferência:

- quanto ao meio de transporte (após transferência.): rodoviário, ferroviário e hidroviário;
- quanto ao modo de armazenagem: com fosso de acumulação e sem fosso;

- quanto ao tratamento físico prévio: com sistema de redução de volume e simples transferência.

4.3. Limpeza pública

4.3.1. Varrição

Varrição ou varredura, é a principal atividade de limpeza de logradouros públicos. Esta pode ser realizada manual e mecanicamente. Cada tipo é indicado para uma situação específica.

- a varrição manual é a mais utilizada na maioria das cidades brasileiras;
- a varrição mecanizada é indicada para ruas com asfalto, concreto e para locais de grandes tráfegos.

Foto 14 — Varrição manual

Foto 15 - Varrição mecanizada

A varrição é de fundamental importância, pois sua execução dá aspecto de cidadania, evitando imagem de cidade suja, obstrução das galerias pluviais, bocas de lobo e assoreamento dos rios.

Esta deve ocorrer diariamente e em todas as diversas áreas da comunidade, tais como: residencial, comercial, feiras, etc.

- média de varrição: 1 a 2 km/gari/dia;
- média de remoção: 850 a 1.260 l/km/dia;
- média de varredor/1.000 habitantes: 0,40 a 0,80.

4.3.2. Capinagem

O objetivo da capina de logradouros públicos é mantê-los livres de mato e ervas daninhas, de modo que apresentem bom aspecto estético.

O ciclo normal de capina é de cerca de dois meses no período chuvoso do ano, e de três a quatro meses no período da estiagem. Neste serviço também é programado a coleta, transporte e destinação para os resíduos da capina.

Foto 16 — Roçadeira costal

- média de capinação manual: 150m²/homem/dia;
- média de roçagem manual: 200m²/homem/dia;
- roçadeira costal: 300m²/homem/dia;

4.3.3. Feiras

O funcionamento das feiras livres traz aos logradouros nos quais são realizadas, considerável quantidade de resíduos e material putrescível, dando ao local aspecto deplorável. Cabe ao órgão de limpeza, restabelecer no menor espaço de tempo possível a limpeza dos logradouros atingidos, fazendo a coleta e transporte dos resíduos.

4.3.4. Eventos

Nos locais onde os mesmos são realizados, quer seja de pequeno ou grande porte, são produzidos resíduos sólidos, causando uma poluição visual. Logo após a sua realização deve-se iniciar a limpeza de toda a área, como também sua coleta e destinação final.

4.3.5. Praias

A limpeza das praias é feita manual e mecanicamente. A manual é realizada por turmas de trabalhadores que recolhem principalmente papéis, embalagens e detritos volumosos.

Na limpeza mecânica utiliza-se máquinas especiais, resistentes à corrosão pela maresia e a abrasão pela areia. Estes resíduos gerados são coletados e manuseados para os logradouros , sendo transportados para destinação final.

Foto 17 — Equipamento de limpeza de praia

4.3.6. Pintura de meio-fio (à cal)

Esse serviço é realizado com o objetivo de dar ao logradouro um aspecto estético e de limpeza.

Foto 18 — Pintura de meio-fio

4.3.7. Cemitérios

É importante proceder à roçagem, capinagem, limpeza e a pintura periodicamente. Os resíduos produzidos devem ser coletados juntos com os da varrição de logradouros, e dispostos conforme procedimento do município.

4.3.8. Monumentos

A limpeza é executada manualmente por um operário, com certa periodicidade.

4.3.9. Bueiros

A limpeza manual é mais freqüente na maioria dos municípios, e tem como objetivo garantir o escoamento das águas pluviais e impedir o acúmulo de material sólido, podendo ser feita por um ou dois operários munidos de pá, picaretas e ganchos. A execução da limpeza mecanizada é realizada por equipamentos especializados. Após limpeza, os resíduos são coletados e transportados para a destinação final.

4.3.10. Córregos

Efetuar a limpeza fazendo a capina junto ao nível d'água, não roçar as áreas superiores das margens. A permanência de vegetais é salutar, pois evita o deslizamento dos resíduos sólidos para o interior do córrego. Os resíduos são acumulados e posteriormente removidos para a destinação final.

4.4. Redução, reutilização e reciclagem

4.4.1. Reduzir

Todo o cidadão, quando possível, deve aprender a reduzir a quantidade dos resíduos sólidos que gera. Deve entender que redução não implica padrão de vida menos agradável. É simplesmente uma questão de reordenar os materiais que usamos no dia-a-dia.

Uma das formas de se tentar reduzir a quantidade dos resíduos sólidos gerada é combatendo o desperdício de produtos e alimentos consumidos.

O desperdício resulta em ônus para o poder público e para o contribuinte. A sua redução significa diminuição nos custos, além de fator decisivo na preservação dos recursos naturais.

Menos lixo gerado também implicará em estrutura de coleta menor, e também em redução de custos de disposição final.

4.4.2. Reutilizar

Existem inúmeras formas de reutilizar os objetos, até por motivos econômicos : escrever nos dois lados da folha de papel, usar embalagens retornáveis e reaproveitar embalagens descartáveis para outros fins são apenas alguns exemplos.

4.4.3. Reciclar

É uma série de atividades e processos, industriais ou não, que permitem separar, recuperar e transformar os materiais recicláveis componentes dos resíduos sólidos urbanos. Essas atividades levam a ação de reintroduzir os resíduos no ciclo produtivo.

4.4.3.1. Etapas da reciclagem dos resíduos sólidos

a) separação e classificação dos diversos tipos de materiais (vidro, papéis, plástico, metais);

b) processamento para obtenção de:

- fardos;
- materiais triturados;
- e/ou produtos que receberam algum tipo de beneficiamento;

c) comercialização dos materiais na forma triturada, prensada ou produtos obtidos dos processos de reciclagem;

d) reutilização dos produtos e reaproveitamento em processos industriais, como matérias-primas:

4.4.3.1.1. Vidro

a) processo de reciclagem

- matéria-prima:

O vidro é feito de caco de vidro, areia, calcário, feldspato, barrilha e outros minerais (corantes, descorantes, etc.).

Figuras 114 — Composição do vidro

Na usina de reciclagem o vidro é separado por cor e tipo, e apenas triturado. Em contêineres metálicos, o vidro triturado é acondicionado para uma posterior comercialização e negociado com a indústria de reciclagem de vidros;

Na indústria de reciclagem, este vidro triturado é realimentado no processo produtivo, fundido e moldado em recipientes e frascos para embalagens alimentícias ou garrafas em geral:

- **vidro** pode ser 100% reciclado;
- 1 kg de vidro quebrado (caco) gera 1kg de vidro novo;

- uma tonelada do vidro reciclado, economiza 603 quilos de areia, 196 quilos de carbonato de sódio, 196 quilos de calcáreo e 68 quilos de feldspato;
- a cada 10% de utilização de caco há uma economia de 2,9% de energia, o equivalente a 32Kcal;
- tempo de decomposição: indeterminado.

Importante: a reutilização indiscriminada de garrafas, potes e outros vasilhames de vidro que não tenham sido esterelizados adequadamente, constitui um risco potencial a saúde da comunidade.

Reciclável	Não reciclável
vidros de maionese, azeitonas, palmito, leite de coco, pimenta, água mineral, etc. litros em geral, garrafas e garrafões inteiros, de vários formatos (suco, refrigerante, vinho, cerveja, champagne, conhaque, whisky, etc.)	espelhos vidros planos lâmpadas cerâmica porcelana tubos de TV

4.4.3.1.2. Plásticos

a) processo de reciclagem

- matéria-prima
  - resinas sintéticas derivadas do petróleo. Os plásticos são divididos em duas categorias: os termoplásticos e termofixos.
  - os plásticos termoplásticos constituem 90% do consumo, entre os mais importantes destacam-se:
    - ➢ PEBD: Polietileno de baixa densidade;
    - ➢ PEAD: Polietileno de alta densidade;
    - ➢ PVC: Cloreto de polivinil;
    - ➢ PP: Polipropileno;
    - ➢ OS: Poliestireno;
    - ➢ PET: Polietileno tereftalato.

Como identificar os tipos de plásticos

Foi desenvolvido um sistema internacional para auxiliar na identificação, que consiste na impressão em alto relevo do código correspondente a resina utilizada na fabricação dos produtos.

Figura 115 — Símbolos para identificação do tipo de plástico

A reciclagem de plásticos é composta por: linha de plásticos rígidos; linha de plásticos flexíveis; linha de regranulagem e ensacamento.

No caso de resíduos plásticos rígidos, os operários fazem uma separação manual entre artefatos feitos com Polietileno (PE), Polipropileno, (PP), Poliestireno, (PS), cloreto de polivinila, (PVC) e Polietileno tereftalato (PET), de acordo com o aspecto visual e conhecimento do tipo de embalagem. A separação é realizada com base em diversos aspectos:

- conhecimento do tipo de plástico utilizado na embalagem;
- retirada de outros tipos de plástico da mesma embalagem (frascos de PE com tampas de PP);
- a cor da embalagem;
- processo de moldagem;
- a presença de resíduos não-plásticos. É preciso retirar partes metálicas de artefatos plásticos, como baldes e brinquedos, ou de embalagens inadequadas à reciclagem, como recipientes multicamada, compostos de papel, plástico e metal.

Essa separação não é totalmente eficiente e, não raro, deixa muito a desejar. Sua eficácia depende da experiência prática do funcionário, que deve ser treinado para essa atividade. Deve-se levar em conta, também, que nos resíduos plásticos já existem artefatos já reciclados (às vezes mal reciclados), compostos de misturas de plásticos (PE, PP, PVC), o que inviabiliza totalmente a sua separação.

No caso de resíduos plásticos flexíveis, os funcionários devem fazer uma separação manual para retirada de alguns contaminantes sólidos, como durex, grampos e outros refugos não plásticos que estejam contidos nestas embalagens.

Esses materiais já separados deverão ser transferidos para um box para posterior processamento.

- embalagem

O plástico granulado reciclado é normalmente embalado em sacos de 25kg e posteriormente pesado para ser vendido.

- benefícios:
  - ➢ redução do volume de lixo;
  - ➢ economia de energia e petróleo;
  - ➢ geração de empregos;

➢ redução do preço do produto acabado.

- tempo de decomposição:

➢ 450 anos

Quadro 26 — Resíduos plásticos recicláveis e não recicláveis

Reciclável	Não reciclável
• embalagem de refrigerante, desinfetante, álcool, vinagre; • embalagem de material de limpeza/ higiene; • copinho de café, água; • embalagem de margarina/manteiga; • canos e tubos, sacos plásticos em geral.	• cabo de panela; • tomadas; • embalagem de biscoito, chips, batatas, macarrão, etc.

4.4.3.1.3. Papel

a) processo de reciclagem

- matéria-prima: celulose e aditivos

A fabricação do papel constitue-se basicamente de duas partes: a preparação de massa celulósica e a produção de papel propriamente dita.

Na preparação de massa, a pasta celulósica, previamente dispersa em água, é submetida ao tratamento mecânico de refinação, depuração e aplicação de aditivos.

Na máquina de fabricação de papel ocorre a formação da folha, sua prensagem mecânica para a retirada de água residual e a posterior secagem. Nesta fase ainda é possível adicionar produtos a fim de conferir-lhe características específicas ao uso final.

No tocante a uma planta industrial que produza papel, com a utilização de aparas de lixo como matéria-prima, tem-se que incorporar ao processo uma série de equipamentos necessários ao tratamento desta matéria-prima. Na etapa inicial introduz-se um sistema de desagregação com peneiras, depuradores centrífugos, e sistemas de hidrociclones para retiradas de contaminantes.

Na segunda etapa do processo, é alterado o secador, no seu perfil e nas temperaturas de operação.

As aparas, na usina de reciclagem, o papel/papelão são separados, prensados e comercializados para a indústria de fabricação de papel.

Os papéis velhos ou aparas podem ser classificados em vinte e dois tipos diferentes, mas podemos organizá-los em seis grupos - branco- kraft, cartolina, ondulado, mista e outros.

Quadro 27 — Exemplos de papel reciclável e não reciclável

Reciclável	Não reciclável
• jornais, revistas, livros velhos; • folhas de caderno, cadernos, agendas; • formulários de computador; • caixas em geral; • aparas de papel; • fotocópias; • envelopes; • provas; • rascunhos; • cartazes velhos; • folhas de cartolina e outros papéis similares.	• etiqueta adesiva; • papel carbono; • fita crepe; • papéis sanitário; • papéis plastificados; • papéis metalizados; • papéis parafinados; • papéis sujos; • guardanapos; • tocos de cigarro; • fotografias; • caixas tipo longa vida: leite, achocolatados, outros.

4.4.3.1.4. Metais ferrosos

a) processo de reciclagem

- matéria-prima: minérios primários.

Basicamente os metais são classificados em dois grandes grupos, os ferrosos (ferro e aço), e os não ferrosos. Entre os não ferrosos destacam-se o alumínio, o cobre, chumbo, o níquel e o zinco.

Na indústria de reciclagem, estas sucatas são introduzidas no ciclo produtivo pelo processo secundário, onde o metal é obtido basicamente da fusão do metal já usado e transformado em lingotes, para posterior transformação.

A sucata metálica é introduzida no processo de fabricação, substituindo o metal primário, que é a etapa mais cara do processo, gerando um grande valor econômico e de redução ao impacto ambiental.

- tempo de decomposição das latas de flandre - 100 anos;
- a produção do aço a partir de minérios virgens, exige quatro vezes mais energia do que a partir da sucata.

4.4.3.1.5. Alumínio

a) processo de reciclagem

- matéria-prima: bauxita

Depois de prensadas, as latas e/ou artefatos de alumínio são derretidos e transformados em placas, chamadas lingotes. No caso das latinhas, os lingotes passam por um processo

chamado laminação e se tornam chapas de alumínio, que são utilizadas na fabricação das latas novas. No caso dos artefatos (fios/cabos/panelas/perfis, etc.), os lingotes são fornecidos para a indústria de transformação e pelos processos diferentes, obtém-se novos produtos.

A reciclagem do alumínio traz benefícios ao meio ambiente e ao país, economizando matéria-prima e energia elétrica. A cada quilo de alumínio reciclado, cinco quilos de bauxita (minério bruto de onde se produz o alumínio) são poupados. Para se reciclar o alumínio, gasta-se somente 5% da energia que seria utilizada na produção do alumínio primário. Além disso, a reciclagem reduz o volume de lixo enviado aos aterros sanitários e ajuda a manter a cidade limpa. A lata de alumínio é 100% reciclável, ou seja, não é preciso retirar nenhuma parte dela antes da reciclagem, nem mesmo o anel.

- tempo de decomposição = entre 300 a 500 anos;
- fabricar latas de alumínio reciclado reduz a poluição do ar relacionada com a chuva ácida provocada pelo dióxido de enxofre.

Quadro 28 — Alumínio reciclável e não reciclável

Reciclável	Não reciclável
• latas de óleo, azeite, salsicha, leite em pó, refrigerante, cerveja, goiabada, ervilha...; • embalagem de marmitex (alumínio), sucatas, panelas, fios de cobre, aço inox, desodorante spray, canecos, clips e grampos.	• esponjas de aço.

4.4.3.1.6. Entulhos da construção civil

a) processo de reciclagem

O entulho da construção civil, que sai dos canteiros de obra e de demolições, é constituído por uma mistura de cacos cerâmicos, tijolos, blocos, argamassa, concreto e outros materiais.

A reciclagem destes entulhos, consiste basicamente de: separação preliminar; limpeza; moagem e classificação granulométrica. Esta reciclagem pode ser realizada nas instalações da fonte geradora ou em local distante da fonte.

Os equipamentos utilizados são: britador de impacto; alimentadores dosadores tipo vibratório e peneiras classificatórias. O material obtido da reciclagem, pode ser utilizado, por exemplo, para reforçar sub-base e tratamento primário das ruas, e estradas, como também a fabricação de blocos e pré-moldados.

Foto 19 — Usina de reciclagem de entulhos

Foto 20 — Reciclado da construção civil

4.4.3.2. Visão empresarial da reciclagem

Na visão empresarial ao processo produtivo de tratamento e transformação de resíduos, toda a produção deve ser vista a partir da demanda, isto é, o mercado consumidor é o grande determinante do que produzir, como produzir, quando e quanto será produzido. Ou seja, sem um mercado já existente, ou com perspectiva de ser criado, não existe a filosofia empresarial.

Dentro desse enfoque econômico do processo de reciclagem, são destacados em forma de tópicos, algumas recomendações, que podem e devem ser aplicadas, desde a concepção do que reciclar até o processo produtivo em si:

- toda a produção deve ser definida e direcionada a partir de um mercado;
- reciclagem é um negócio, e deve ser assim tratado. Deve-se pensar no que será reciclado: qual o material? Quais são os custos? Como transportarei para a minha linha de produção? Onde armazenarei?
- o sistema deve utilizar técnicas de estudo de tempo impedindo diversos tipos de desperdício, com a diminuição de custos com movimentação, fabricação de produtos defeituosos e estoques, dando mais eficiência e economia às linhas de produção;

- o arranjo físico do processo produtivo, deve dispor os equipamentos segundo o roteiro de produção;
- os postos de trabalho em uma linha produtiva para a reciclagem, devem estar com equivalência em termos de carga de trabalho, ou então haverá sobrecarga e conseqüentemente acúmulo (ou gargalo produtivo);
- planejamento dos postos de trabalho devem incluir a sua flexibilidade, autonomia e proximidade como fatores determinantes, pois poderemos deslocar produtos e trabalhadores de acordo com as necessidades das linhas produtivas;
- Ainda no aspecto do planejamento da linha de produção, deve ser dado ampla preferência a equipamentos pequenos, mais flexíveis (de fácil movimentação) e fáceis em termos de manutenção preventiva;
- como toda a produção é diretamente vinculada à demanda, os tempos do processo devem adaptar-se perfeitamente a essas variações de demanda em curto prazo.

A reciclagem de materiais, principalmente de resíduos sólidos, é uma perspectiva de negócio que vem sendo desenvolvido e disseminado pelo meio empresarial e governamental, dada a possibilidade de sua efetiva implementação, seja em busca do lucro, ou da qualidade de vida da sociedade. Apenas não se pode olhá-la sob um ponto de vista romântico. É necessário que toda a tecnologia, conceitos e capacidade empresarial sejam disponibilizados em busca de tornar um objetivo ecologicamente correto, em uma realidade empresarialmente viável.

4.4.3.3. Mercado

É necessário identificar o mercado consumidor regional para comercializar os materiais recicláveis, buscando a auto-sustentabilidade da usina.

Neste estudo deverá ser observado os seguintes itens:

- o conhecimento das reais oportunidades do mercado de consumo regional, para cada um dos diversos produtos gerados pelo resíduo sólido;
- o dimensionamento do volume atualmente comercializado, as condições qualitativas e preços de ofertas regionais;
- levantamento e proposição de soluções para os entraves de comercialização dos materiais de difícil reciclagem ou destinados para outras aplicações;
- estimativas de ofertas e receitas totais, geradas pelos materiais potencialmente recicláveis.

4.4.3.4. Cooperativismo

Cooperativa é uma sociedade de pessoas, sem fins lucrativos, de natureza civil, não sujeitas à concordata ou falência, constituídas para prestar serviços aos seus cooperantes.

A Cooperativa em questão, é uma sociedade autônoma, com características de micro-empresa de seleção e comercialização de materiais recicláveis, regida pela Lei Federal nº 5.764/1971 que regulamenta o funcionamento do cooperativismo. Em alguns casos funciona em áreas com infra-estrutura montada pela Prefeitura e essas estruturas são cedidas aos catadores sob a forma de comodato.

As cooperativas asseguram aos catadores melhores condições de trabalho, de ganhos financeiros e de vida, com os materiais coletados vendidos diretamente para as indústrias de reciclagem. A administração da Cooperativa é de responsabilidade dos catadores, atendendo às condições de limpeza e higiene do local, sempre com o apoio dos técnicos de Saúde Pública.

Procedimentos Básicos para formação de uma Cooperativa de trabalho com a finalidade de prestar à sociedade os serviços de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos urbanos.

- formar um grupo com num mínimo de 20 pessoas, com as mesmas necessidades e objetivos comuns;
- realizar uma reunião do grupo interessado em constituir uma cooperativa, para definir os objetivos da Cooperativa e escolher uma comissão de organização, e preenchimento da ficha de adesão à cooperativa;
- a comissão de organização elaborará uma proposta de estatuto da cooperativa.
- realizar uma reunião para esclarecer e discutir a proposta do estatuto elaborado pela comissão;
- a comissão organizadora, convoca uma Assembléia Geral Ordinária para aprovação do estatuto social, fundação da cooperativa e eleição do conselho de administração e conselho fiscal;
- realizada a Assembléia Geral de Constituição, com no mínimo 20 pessoas, lavrada e assinada a respectiva ata, a comissão organizadora passa o comando para a diretoria eleita;
- submeter o nome dos diretores à Receita Federal para aprovação;
- formular requerimento à Junta Comercial, encaminhando três vias da Ata Geral de Constituição e do Estatuto Social, a ficha cadastral da cooperativa, a ficha de inscrição do CGC, comprovante de pagamento do Darf e o recolhimento do serviço da Junta Comercial;
- depois do arquivamento dos documentos, a Junta Comercial devolverá à cooperativa os documentos originais;
- com os referidos documentos em mãos, deve ser feita a publicação no *Diário Oficial* ou em jornal de grande circulação no estado, da minuta da ata de constituição e do estatuto social, os quais devem conter: nome da cooperativa; ramo de atividade; capital social; data da assembléia e endereço da cooperativa.

- enviar à Junta Comercial, juntamente com o requerimento próprio, uma via da publicação, para fins de anotação;
- após a publicação, a cooperativa adquire personalidade jurídica, devendo estar em atividades no prazo máximo de 90 dias;
- manter os seguintes livros: livro de matrícula do associado; livro de atas de assembléias; livro de atas do Conselho Administrativo; livro de atas do Conselho Fiscal; livro de presença de associados em assembléias e os livros contábeis e fiscais.

4.5. Coleta seletiva

A coleta seletiva é um sistema de recolhimento dos resíduos recicláveis inertes (papéis, plásticos, vidros e metais) e orgânicos (sobras de alimentos, frutas e verduras), previamente separados nas próprias fontes geradoras, com a finalidade de reaproveitamento e reintrodução no ciclo produtivo.

Este sistema pode ser implantado em municípios, bairros residenciais, vilas, comunidades, escolas, escritórios, centros comerciais ou outros locais que facilite a coleta dos materiais recicláveis.

4.5.1. Principais vantagens:

- economia de matéria-prima;
- economia de energia;
- combate ao desperdício;
- redução da poluição ambiental;
- potencial econômico pela comercialização dos recicláveis.

4.5.2. Educação e treinamento

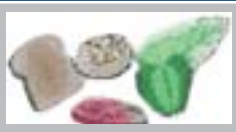
No início do projeto de coleta seletiva, há um programa de divulgação e educação, com distribuição de folhetos, difusão de mensagens e eventos nas comunidades, com o objetivo de sensibilizar o público para adesão da população ao projeto.

Paralelamente, é desenvolvido um programa direcionado especialmente às escolas, empresas, serviços de saúde e órgãos públicos.

Também são realizados cursos destinados a professores, diretores de escolas, líderes comunitários, agentes comunitários, etc., com o objetivo de formação de multiplicadores.

4.5.3. Forma de separação

Quadro 29 — Separação do lixo seco e lixo úmido

Lixo seco (inertes)	Lixo úmido (orgânicos)
	
• papéis • papelão • vidros • metais ferrosos • metais não ferrosos • plásticos	• restos de alimentos • restos de verduras • restos de frutas • outros materiais não recicláveis
Coleta seletiva	**Coleta normal**

4.5.4. Acondicionamento na coleta seletiva

O material separado deverá ser acondicionado em sacos plásticos apropriados para o lixo domiciliar. Usualmente utiliza-se a sacola plástica de supermercados como opção de reaproveitamento.

Em alguns municípios é fornecido um saco plástico específico para a coleta diferenciada. Neste saco, a comunidade deve colocar seus resíduos recicláveis, sem haver necessidade de classificação dos materiais inertes.

4.5.5. Formas de execução da coleta seletiva

a) de casa em casa, com a coleta utilizando carrinhos tipo plataforma.

Foto 21 — Coletor de papel/papelão

Foto 22 — Contêineres de apoio

A remoção de casa em casa, consiste na coleta dos materiais recicláveis gerados por cada domicílio. Nos dias e horários determinados, garis coletam esses materiais, utilizando carro tipo plataforma para seu transporte.

Para cobertura em grandes áreas, a implantação deste sistema exige um ponto de apoio para armazenamento do material coletado. Como estação de transferência pode ser utilizado um contêiner para grande volume ou um caminhão tipo baú.

b) de casa em casa, com a coleta utilizando caminhão.

Foto 23 — Coleta domiciliar

É um sistema semelhante ao anterior, realizando a remoção de casa em casa. Esta atividade assemelha-se à da coleta regular, onde os materiais recicláveis, gerados por cada domicílio, são coletados nos dias e horários determinados. Os garis coletam esses materiais, e utilizam caminhões que podem ser simples ou mistos, para seu transporte.

Os caminhões simples não apresentam compartimentos nas suas carrocerias. Os mistos têm suas carrocerias com mais de um compartimento para armazenar diferentes produtos recicláveis.

c) por contêineres

Foto 24 — PEVs — Posto de entrega voluntária

Nesta forma de execução da coleta seletiva, o gerador dos resíduos recicláveis deposita-os em contêineres especiais, distribuídos em vários pontos da cidade ou comunidade. Os indivíduos são estimulados por programas de educação ambiental, valores de cidadania e ecologia.

Os contêineres são facilmente identificados por cores e símbolos, para cada tipo de material reciclável.

Neste sistema é necessário a equipe realizar a retirada dos materiais e transportá-los por caminhões para a unidade de reciclagem. Os contêineres podem ser adaptados aos caminhões, facilitando a operacionalização e redução da mão-de-obra.

Figura 116 — Símbolos

d) por postos de entrega voluntária - PEVs.

São postos cadastrados pelas prefeituras, onde os indivíduos depositam seus resíduos recicláveis gerados, estimulados geralmente por campanhas incentivadas. Nestas campanhas os indivíduos, as escolas ou comunidades, recebem bonificações ou prêmios em troca destes materiais.

A prefeitura se encarrega de transportar e comercializar esses resíduos diretamente com a indústria recicladora, ou indiretamente com os sucateiros.

Na coleta seletiva os recipientes a serem utilizados, deverão obedecer as cores estabelecidas na Resolução Conama nº 275/2001, tais como:

AZUL	papel/papelão
VERMELHO	plástico
VERDE	vidro
AMARELO	metal
PRETO	madeira
LARANJA	resíduos perigosos
BRANCO	resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
ROXO	resíduos radioativos
MARROM	resíduos orgânicos
CINZA	resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

4.5.6. Destino

Todos os resíduos recicláveis coletados serão conduzidos para as instalações da unidade de separação, onde por meio transportadores e equipamentos, serão separados e classificados. Após classificação, os recicláveis serão prensados e reduzidos de volumes. Já embalados, esses materiais serão comercializados para serem reciclados e reintroduzidos no ciclo produtivo.

O transporte dos materiais comercializados, pode ser realizado por caminhões comuns. A responsabilidade deste transporte é negociada entre as partes.

4.5.7. Implantação de um projeto de coleta seletiva

a) aspectos indispensáveis para elaboração do projeto:

- viabilidade executiva: os pontos mais importantes a serem considerados neste estudo são:
  - tipo de material que se deseja reciclar;
  - onde deve ser executada a coleta seletiva desse material;
  - como e por quem deve ser executada essa coleta.
- viabilidade econômica: a falta de um estudo detalhado do custo de execução de uma coleta seletiva tem inviabilizado algumas tentativas de implantação desse processo.
- Para se fazer uma coleta seletiva generalizada, em todos os bairros dos municípios é necessário levar em conta a quantidade e tipo de materiais a reciclar;
- viabilidade e interesse ecológico: é necessário avaliar quanto representa a reciclagem na economia em termos de destinação final;
- implicações de natureza social: as implicações tipo emprego, resgate da cidadania, reintegração de catadores de resíduos sólidos à comunidade devem ser considerados na elaboração do projeto da coleta e reciclagem, para determinação dos processos a serem empregados.

b) etapas de elaboração do projeto de coleta seletiva:

A coleta seletiva de lixo significa, antes de qualquer definição descritiva, uma mudança de procedimento das pessoas, que dela estarão participando. A experiência brasileira demonstra que muitos projetos não se consolidaram por falta de conhecimento prévio adequado dos seus mentores sobre o cenário e os atores da ação proposta. Falharam também ao esperarem adesão total do público e mudança de hábitos da noite para o dia, e ainda muitos deles esbarraram na falta de mecanismos ou mercado para escoar os materiais recicláveis coletados.

- etapa 1. levantamento das informações

Levantar as informações básicas é necessário para o dimensionamento e planejamento das ações na educação ambiental e coleta seletiva.

Por intermédio de um roteiro, o mais detalhado possível, serão registradas todas as informações necessárias para identificar todos os fatores que influenciam as características dos resíduos sólidos no município, nas respectivas áreas de implantação do Projeto, tais como:

- estimativas da quantidade de lixo gerada;
- composição física;
- parâmetros físico-químicos;
- tipo de lixo;
- número de habitantes;
- poder aquisitivo;
- condições climáticas;
- hábitos da população;
- taxas de incrementos da geração de lixo e limpeza;
- classificação do resíduo;
- comunidades;
- caracterização das áreas de influência.

Com esses dados será definido o número de multiplicadores para receberem o Curso Básico de Reciclagem em cada área de influência.

Também será dimensionada toda a infra-estrutura para operacionalização da coleta seletiva.

Os equipamentos para processamento dos resíduos sólidos serão especificados e dimensionados a partir das taxas de incrementos populacionais, estimados para os próximos dez anos.

- etapa 2. divulgação e educação ambiental

Planejar as ações de educação ambiental e divulgação do projeto de coleta seletiva. A divulgação deve assegurar a realimentação e sucesso do projeto.

Para que este programa tenha êxito, torna-se necessária a participação popular em cada ação desenvolvida, visando a gerar um sentimento de autoria e responsabilidade, garantindo desta forma, a continuidade dos trabalhos realizados, mesmo após encerrado o cronograma físico do projeto.

A educação ambiental é uma peça fundamental para o sucesso do programa de implantação deste processo.

Essa forma de educação, que neste caso visa a ensinar o cidadão sobre o seu papel como gerador de lixo, é principalmente dirigida à comunidade: escolas; repartições públicas; residências; escritórios; fábricas; lojas; e todos os outros locais onde é gerado resíduo.

Quando a população fica ciente do seu poder ou dever de separar o lixo, passará a contribuir mais ativamente ao programa. Com isso, haverá um desvio cada vez maior dos materiais que outrora iam para o aterro, implicando uma economia de recursos.

A informação sobre a realização da coleta seletiva deve ser divulgada regularmente ao público:

- nas escolas, pode ser veiculada pelas cartilhas e atividades lúdicas;
- para a população em geral, com ênfase para as empregadas domésticas, zeladores, etc., precisa ser mais específica abordando, por exemplo, o que deve ser separado; dia e horário de coleta; formas de atendimento, etc.;
- para o público, em geral, prestando contas das receitas, benefícios e metas.

Coleta seletiva sem ampla educação ambiental cai na mesma infelicidade de um cinema sem anúncio ou placas: ninguém vai saber, levando a iniciativa ao fracasso. As supostas economias, ganhas por não terem sido gastas com campanhas educativas, são eliminadas pelo custo altíssimo de caminhões de coletas seletivas, circulando vazios.

- etapa 3. dimensionamento do sistema de coleta seletiva

Definir toda infra-estrutura necessária para implantar um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, previamente separados pelos integrantes da comunidade.

A partir dos dados coletados na etapa 1 (coleta das informações), cada comunidade ou setor envolvido no projeto será mapeado por territórios para definição de:

- número de catadores;
- freqüência da coleta;
- extensão dos percursos;
- números de postos de captação;
- números de postos de coletas voluntárias;
- equipamentos básicos;
- meios de transportes;
- setores de coletas;
- horários.

A equipe que integrará a coleta diferenciada poderá ser composta pelas famílias que vivem em torno do aterro do município e pelos catadores de sucatas informais. Esta equipe receberá treinamento específico de aproximadamente dez horas.

O curso permitirá capacitar os que atuam no setor, para transferir conhecimentos para a comunidade; e evidenciar o caráter de utilidade pública dos serviços prestados por essa categoria.

A estrutura do curso está baseada em: relações humanas; limpeza pública; saúde do catador; trânsito; princípios do cooperativismo; aspectos práticos da cooperativa e identificação dos materiais.

A administração e organização dos catadores poderão ser exercidas por uma cooperativa de iniciativa espontânea desses catadores.

Também serão coordenadas campanhas para coleta seletiva em escolas, indústrias, comunidades religiosas, lojas, etc.

4.6. Compostagem

É um processo biológico, aeróbico e controlado, no qual a matéria orgânica é convertida pela ação de microorganismos já existentes ou inoculados na massa de resíduo sólido, em composto orgânico.

Foto 25 — Pátio de compostagem

4.6.1. Fatores Importantes durante a Compostagem

4.6.1.1. Umidade

O teor de umidade dos resíduos sólidos situa-se entre 50% a 60%. Se for muito baixa, a atividade biológica fica comprometida e se for muito alta a oxigenação é prejudicada e ocorre a anaerobiose, surgindo conseqüentemente um líquido escuro de odor desagradável, denominado chorume ou sumeiro.

4.6.1.2. Aeração

É necessária para a atividade biológica e possibilita a degradação da matéria orgânica de forma mais rápida, sem odores ruins, e dá-se de duas maneiras: artificiais (mecânicas) ou naturais (reviramentos). O ciclo de reviramento situa-se em média duas vezes por semana durante os primeiros 60 dias.

4.6.1.3. Temperatura

O processo inicia-se à temperatura ambiente, aumentando gradativamente à medida que a ação dos microorganismos se intensificam. O valor da temperatura ideal é de 55°C, devendo ser evitada a temperatura acima de 65°C por causarem a eliminação dos microorganismos estabilizadores, responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos. A fase denominada termofílica é importante para a eliminação de micróbios patogênicos e sementes de erva daninhas, eventualmente presente no material em compostagem. O final do processo caracteriza-se pela presença de temperaturas mesofílicas, entre 30°C a 40°C.

Foto 26 — medição de temperatura da leira

4.6.1.4. pH

No início da compostagem situa-se entre 4,5 a 5,5. O composto humificado apresenta o pH entre 7,0 a 8,0 servindo na correção de solos ácidos.

4.6.1.5. Nutrientes

A relação C/N para o início da compostagem deve ser da ordem de 30/1.

4.6.1.6. Microorganismos presentes na compostagem

Inicialmente, encontram-se na massa de resíduos sólidos todos os grupos de microorganismos, protozoários, fungos, actinomicetos, vermes, vírus, etc, porém, apenas alguns grupos tornam-se predominantes (bactérias, fungos e actinomicetos) no decorrer do processo.

4.6.1.7. Composto Orgânico

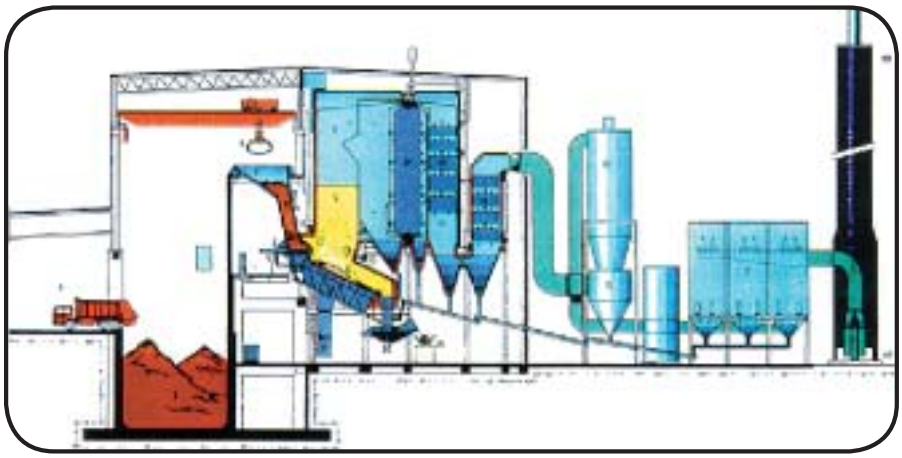
É um produto estabilizado, podendo melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Foto 27 — Peneiramento do composto

4.6.1.8. Aspectos técnicos para construção de uma área para compostagem convencional.

- declividade do terreno: 2% a 3%;
- regularização do piso;
- sistema de drenagem;
- impermeabilização da área;
- manter distância mínima de 500m da periferia da cidade;
- ventos predominantes da cidade para a usina;
- infra-estrutura necessária, água e energia elétrica;
- o terreno deve estar a 2m do nível mais alto do lençol freático.

Figura 117 — Esquema de uma usina de incineração



4.7. Incineração

A incineração é um processo de oxidação a alta temperatura, com a queima dos gases entre 1.000˚C a 1.450˚C, no tempo de até quatro segundos, devendo ocorrer em instalações bem projetadas e corretamente operadas, onde há a transformação de materiais e a destruição dos microorganismos dos resíduos sólidos, visando, essencialmente, à redução do seu volume para 5% e, do seu peso, para 10% a 15% dos valores iniciais.

As escórias e as cinzas geradas no processo são totalmente inertes, devendo receber cuidados quanto ao acondicionamento, armazenamento, identificação, transporte e destinação final adequada.

O nível de eficiência de destruição e remoção no processo de incineração, por incineradores do tipo convencional, do tipo rotativo, do tipo vertical e os de câmara, com as capacidades variando de 30kg/hora a 1.300kg/hora, não deve ser inferior a 99,99%.

A geração de dioxinas e furanos, derivados de reações em moléculas de cloro expostas à grande pressão e temperatura, em ambientes cheios de matéria orgânica, causam danos ao meio ambiente e ao homem. Seus limites de emissões para atmosfera devem estar situados entre 0,10 ± 0,04 ng/Nm^3.

4.8. Disposição final

4.8.1. Aterro

É o enterramento planejado dos resíduos sólidos e controlado tecnicamente quando os aspectos ambientais, de modo a evitar a proliferação de vetores e roedores e outros riscos à saúde.

O seu planejamento envolve estudo de localização quanto à proximidade de habitações, possibilidade de contaminação de água, distâncias, acesso ao local, obras de drenagem, planejamento da própria operação e das sucessivas frentes a serem atacadas.

4.8.2. Classificação dos aterros:

- aterros de superfície;
- aterros com depressões e ondulações;
- método de rampa;
- método de trincheira;
- método da área;
- aterros em valas.

4.8.3. Aterro controlado

O aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, visando à minimização dos impactos ambientais. Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Este método de disposição produz poluição, porém de forma controlada, geralmente, não dispõe de impermeabilização de base (podendo comprometer a qualidade das águas subterrâneas), nem de sistemas de tratamento do percolado (termo empregado para caracterizar a mistura entre o chorume e a água de chuva que percola no aterro) e do biogás gerado.

Para implantação deste método é necessário a licença ambiental pelo orgão competente.

O Instituto de Pesquisas Técnológicas (IPT) do estado de São Paulo, menciona que esse método é mais indicado que o lixão, mas em virtude dos problemas ambientais que causa e aos seus custos de operação, é de qualidade técnica bem inferior ao aterro sanitário.

4.8.4. Aterro sanitário

O aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos é a técnica de disposição de resíduos no solo, visando à minimização dos impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

Para implantação deste método é necessário a licença ambiental pelo órgão competente.

O planejamento envolve estudo de localização quanto à proximidade de habitações, possibilidade de contaminação da água, distâncias, acesso ao local, obras de drenagem, planejamento da própria operação e das sucessivas frentes a serem atacadas.

Quando tecnicamente executado, constitui bom destino final, sob o ponto de vista sanitário, sempre que não haja perigo de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Foto 28 – vista aérea de um aterro sanitário

4.8.4.1. Parâmetros para estabelecimento de um aterro sanitário:

a) local apropriado quanto a:

- preço;
- localização;
- possibilidade de aproveitamento futuro da área após o encerramento de operação do aterro;
- ventos predominantes devem ser da cidade para o local;
- possibilidade de contaminação de mananciais de água;
- acesso fácil durante o ano todo;
- área suficiente para pelo menos 10 anos de vida útil;
- possibilidade de drenagem;
- disponibilizar áreas para material de empréstimo.

b) método de operação depende dos tipos de terrenos:

- para terrenos baixos e planos a serem utilizados, usa-se o sistema de trincheiras: a terra retirada das próprias valas servem para recobrimento. As trincheiras devem ter no mínimo 0,75m de profundidade e a largura e comprimento em função do volume do lixo a ser confinado;
- para terrenos de encosta, não muito altos quando se deixa ampliar o platô, nivelando o terreno, a própria terra do topo irá servir para o recobrimento do lixo enterrado;
- para aterro de pântanos e lagoas, a terra tem que vir de lugar próximo.

Em cada um dos processos, é necessário garantir o acesso de veículos.

4.8.5. Disposição dos resíduos sólidos em valas

Consiste no confinamento dos resíduos sólidos em valas escavadas, tendo comprimento variável com largura e profundidade proporcionais à quantidade de lixo a ser aterrado.

4.8.5.1. Requisitos básicos

Ter uma área determinada; ficar a uma distância de 200m dos corpos d'água; os ventos predominantes devem ser no sentido cidade-vala; estar a uma distância de 5km dos aglomerados populacionais; para cidades abaixo de 20.000 habitantes; manter a área cercada; fazer a impermeabilização de fundo.

4.8.5.2. Operação

Depositar os resíduos no interior da vala utilizando veículo e fazer compactação manual ou mecânica. No final do expediente, fazer cobertura de 15cm de terra, retirada da escavação da vala; fazer o monitoramento por meio de poços com profundidade de 6m.

Tabela 24 — Escolha de áreas para implantação de aterros

Considerações	Aterros sanitários acima do nível do terreno	Aterros sanitários abaixo do nível do terreno
Topografia	Apresentar declividades situadas entre 1% e 30%.	Inclinação máxima de 10%.
Dimensões	Variam de acordo com a vida útil.	Variam de acordo com a vida útil.
Solo	Predominantemente argiloso, impermeável e homogêneo.	Predominantemente argiloso, impermeável e homogêneo, deve ter consistência que possibilite escavações.
Proteção contra enchentes	Não devem estar sujeitas às inundações.	Não devem estar sujeitas às inundações.
Distância dos corpos d'água	Distância mínima de 200m.	Distância mínima de 200m.
Lençol freático	Deve estar o mais distante possível do nível do terreno. Para solos argilosos 3m; para solos arenosos maior do que 3m.	Deve estar o mais distante do fundo da vala a ser escavada. Para solos argilosos 3m; para solos arenosos maior do que 3m.
Distância de residências	Mínima de 500m das residências isoladas e de 2.000m das comunidades.	Mínima de 500m das residências isoladas e de 2.000m das comunidades.
Direção dos ventos	Não devem possibilitar o transporte de poeiras/odores para a comunidade.	Não devem possibilitar o transporte de poeiras/odores para a comunidade.
Legislação	Uso do solo e proteção dos recursos materiais.	Uso do solo e proteção dos recursos materiais.
Acesso	Fácil acesso em qualquer época do ano.	Fácil acesso em qualquer época do ano.

4.9. Resíduos de serviços de saúde

4.9.1. Definição

Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são os restos provenientes de todo tipo de operações e atividades, oriundas da prestação de assistência médica, sanitária, farmacêuticas, enfermagens, odontológicas, análises clínicas e áreas de atuação congêneres, no desenvolvimento normal de seus profissionais.

4.9.2. Classificação

Os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais poluidores do meio ambiente e prejudiciais à saúde pública, segundo as suas características biológicas, físicas, químicas, estado da matéria e origem, para o seu manejo seguro, são agrupados com termos técnicos definidos na Resolução RDC nº 33, de 25 de maio de 2003 (Anvisa)

4.9.2.1. Grupo A

Resíduos infectantes, que por suas características de maior virulência, infectividade e concentração de patógenos, apresenta risco potencial adicional à saúde pública;

A1. culturas e estoques de agentes infecciosos de laboratórios industriais e de pesquisa; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microorganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de engenharia genética.

A2. bolsas contendo sangue ou hemocomponentes com volume residual superior a 50ml; *kits* de aférese.

A3. peças anatômicas (tecidos, membros e órgãos) do ser humano, que não tenham mais valor científico ou legal, e/ou quando não houver requisição prévia pelo paciente ou seus familiares; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham mais valor científico ou legal, e/ou quando não houver requisição prévia pela família;

A4. carcaças, peças anatômicas e vísceras de animais provenientes de estabelecimentos de tratamento de saúde animal, de universidades, de centros de experimentação, de unidades de controle de zoonoses e de outros similares, assim como camas desses animais e suas forrações.

A5. todos os resíduos provenientes de paciente que contenham ou sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco IV, que apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação.

A6. *kits* de linhas arteriais endovenosas e dialisadores, quando descartados. Filtros de ar e gases oriundos de áreas críticas, conforme, Anvisa. RDC nº 50/2002.

A7. órgãos, tecidos e fluidos orgânicos com suspeita de contaminação com proteína priônica e resíduos sólidos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais com suspeita de contaminação com proteína priônica (materiais e instrumentais descartáveis, indumentária que tiveram contato com os agentes acima identificados). O cadáver, com suspeita de contaminação com proteína priônica, não é considerado resíduo.

4.9.2.2. Grupo B

Químicos - resíduos contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

- Enquadram-se neste grupo:

B1. os resíduos dos medicamentos ou dos insumos farmacêuticos quando vencidos, contaminados, apreendidos para descarte, parcialmente utilizados e demais medicamentos impróprios para consumo, que oferecem risco. Incluem-se neste grupo:

- produtos hormonais de uso sistêmico;
- produtoS hormonais de uso tópico, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos;
- produtos antibacterianos de uso sistêmico;
- produtos antibacterianos de uso tópico, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos;
- medicamentos citostáticos;
- medicamentos antineoplásicos;
- medicamentos digitálicos;
- medicamentos imunossupressores;
- medicamentos imunomoduladores;
- medicamentos anti-retrovirais;

B2. os resíduos dos medicamentos ou dos insumos farmacêuticos quando vencidos, contaminados, apreendidos para descarte, parcialmente utilizados e demais medicamentos impróprios para consumo, que, em função de seu princípio ativo e forma farmacêutica, não oferecem risco. Incluem-se neste grupo todos os medicamentos não classificados no Grupo B1 e os antibacterianos e hormônios para uso tópico, quando descartados individualmente pelo usuário domiciliar.

B3. os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS nº 344/1998 e suas atualizações.

B4. Saneantes, desinfetantes e desinfestantes.

B5. Substâncias para revelação de filmes usados em Raios-X.

B6. Resíduos contendo metais pesados.

B7. Reagentes para laboratório, isolados ou em conjunto.

B8. Outros resíduos contaminados com substâncias químicas perigosas.

4.9.2.3. Grupo C

Rejeitos radioativos — são considerados rejeitos radioativos quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma Cnen-NE-6.02 — "Licenciamento de Instalações Radiativas", e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

Enquadram-se neste grupo, todos os resíduos contaminados com radionuclídeos.

As fontes seladas não podem ser descartadas, devendo a sua destinação final seguir orientações específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

4.9.2.4. Grupo D

Resíduos comuns — são todos os resíduos gerados nos serviços de saúde e que, por suas características, não necessitam de processos diferenciados relacionados ao acondicionamento, identificação e tratamento, devendo ser considerados resíduos sólidos urbanos — RSU. Por sua semelhança aos resíduos domiciliares, não apresentam risco adicional à saúde pública.

- Enquadram-se neste grupo:
  - espécimes de laboratório de análises clínicas e patologia clínica, quando não enquadrados na classificação A5 e A7;
  - gesso, luvas, esparadrapo, algodão, gazes, compressas, equipo de soro e outros similares, que tenham tido contato ou não com sangue, tecidos ou fluidos orgânicos, com exceção dos enquadrados na classificação A5 e A7;
  - bolsas transfundidas vazias ou contendo menos de 50 ml de produto residual (sangue ou hemocomponentes);
  - sobras de alimentos não enquadrados na classificação A5 e A7;
  - papéis de uso sanitário e fraldas, não enquadrados na classificação A5 e A7;
  - resíduos provenientes das áreas administrativas dos EAS;
  - resíduos de varrição, flores, podas e jardins;
  - materiais passíveis de reciclagem;
  - embalagens em geral;
  - cadáveres de animais, assim como camas desses animais e suas forrações.

4.9.2.5. Grupo E

Perfurocortantes - são os objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, capazes de cortar ou perfurar.

- Enquadram-se neste grupo:

- lâminas de barbear, bisturis, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, lâminas e outros assemelhados provenientes de serviços de saúde.
- bolsas de coleta incompleta, descartadas no local da coleta, quando acompanhadas de agulha, independente do volume coletado.

4.9.3. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Para os serviços de saúde há procedimentos mínimos que orientam o gerenciamento e tratamento de seus resíduos, com vista a preservar a saúde pública e a qualidade de vida da população e do meio ambiente, os quais ratificam que as ações preventivas são menos onerosas e mais eficazes para alcançar esses objetivos.

Resoluções governamentais determinam que caberá aos estabelecimentos de saúde em operação ou a serem implantados o gerenciamento dos resíduos produzidos. O plano de gerenciamento seguindo os critérios e padrões fixados pelo órgão ambiental de cada estado da federação é documento integrante do processo de licenciamento ambiental.

O gerenciamento dos RSS constitui-se em um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, à preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

O gerenciamento deve abranger o planejamento de recursos físicos, recursos materiais e a capacitação de recursos humanos envolvidos no manejo dos RSS.

Baseado nas características e no volume dos RSS gerados, deve ser elaborado um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), estabelecendo as diretrizes de manejo dos RSS.

4.9.3.1. Plano de gerenciamento

Os resíduos produzidos pelos estabelecimentos de saúde devem ser gerenciados, intra e extra empreendimento, de acordo com o que preconiza a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Associação Brasileira de Normas Técnicas que fixa os procedimentos exigíveis para garantir condições de higiene e segurança do plano de gerenciamento de resíduos infectantes, especiais e comuns nos serviços de saúde.

Todo gerador de RSS deverá elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), de acordo com as Normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

4.9.3.2. Fontes geradoras de resíduos nos serviços de saúde

São áreas ou compartimentos com finalidades determinadas, onde são gerados os resíduos. É de responsabilidade dos dirigentes dos estabelecimentos geradores de RSS.

4.9.3.3. Manuseio nas fontes geradoras

Os profissionais dos serviços de saúde devem ser capacitados para classificar, manusear, segregar adequadamente os resíduos e conhecer o sistema de identificação quanto aos símbolos, cores e tipos de recipientes.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é o documento que aponta e descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas suas características, no âmbito dos estabelecimentos, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final, bem como a proteção à saúde pública.

4.9.3.4. Acondicionamento nas fontes geradoras

Os resíduos dentro das fontes geradoras deverão ter o seu manejo nas fases de Acondicionamento, Identificação, Armazenamento Temporário, Coleta Interna e Tratamento, executados segundo as normas estabelecidas pela Anvisa, ABNT, Conama e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

4.9.3.5. Segurança ocupacional

O pessoal envolvido diretamente com os processos de coleta, transporte, tratamento, higienização e armazenamento, deve ser submetido a exame médico admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional.

O pessoal envolvido diretamente com o gerenciamento de resíduos deve ser capacitado na ocasião de sua admissão e mantido sob treinamento periódico para as atividades de manejo de resíduos, incluindo a sua responsabilidade com higiene pessoal e dos materiais.

A capacitação deve abordar a importância da utilização correta de equipamentos de proteção individual - uniforme, luvas, avental impermeável, máscara, botas e óculos de segurança específicos a cada atividade, bem como a necessidade de mantê-los em perfeita higiene e estado de conservação.

Todos os profissionais que trabalham em estabelecimentos de saúde, mesmo os que atuam temporariamente ou não estejam diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento de resíduos, devem conhecer a prática de segregação de resíduos, reconhecimento de símbolos, expressões, padrões de cores adotados, localização de abrigos de resíduos, entre outros fatores indispensáveis à completa integração ao Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

4.9.4. Procedimentos para o manuseio da coleta externa

4.9.4.1. Resíduos infectantes

Para a remoção e transporte dos recipientes com resíduos infectantes, para o tratamento e/ou destino final, deve ser atendido o seguinte:

a) a equipe (motorista e garis) deve ser submetida a exames médicos pré-admissionais e de seis em seis meses a exames médicos periódicos, observando o que estabelece a Portaria nº 3.214/1978 do Ministério do Trabalho (MT);

b) a equipe deve ser vacinada contra tétano e hepatite B;

c) a equipe em atividade deve usar os EPIs: uniforme, luvas de PVC, botas, colete, boné;

d) a equipe para executar as ações deve ser treinada, acompanhada, fiscalizada, avaliada e quando preciso reciclada.

4.9.4.2. Resíduos comuns

Os procedimentos na coleta externa de resíduos comuns deve ser o mesmo da coleta de resíduos infectantes.

A equipe em atividade deve usar EPIs: uniforme, luvas de PVC, colete, boné, na cor diferente da branca.

4.9.5. Treinamento da equipe da coleta externa

- No treinamento da equipe os temas expostos devem ser:
  - abrigo de resíduos;
  - coleta e transporte externos, tratamento e disposição final;
  - as atribuições e obrigações da equipe;
  - os tipos de resíduos que estará em contato diário;
  - os sacos plásticos no abrigo dos resíduos;
  - forma correta de manusear, coletar, dispor na carroceria do carro, descarregar os sacos plásticos com resíduos de serviços de saúde;
  - uso correto dos veículos e equipamentos;
  - como agir nos casos de acidentes e situação de emergência;
  - uso adequado dos EPIs;
  - a política de convivência com o público;
  - a política de um bom trato com os geradores de RSS.

4.9.6. Manuseio da coleta externa

A equipe treinada e equipada deve realizar a coleta externa dos resíduos infectantes, pegando os recipientes contendo os resíduos, sem arrastar pelo chão, carregando sem encostar e sem apoiar no corpo, arrumando-os na carroceria do carro coletor; no caso de empilhamento dos sacos plásticos este não será superior a 1,20m. A operação de remoção dos sacos plásticos entre a chegada e saída do carro coletor deve ser planejada para determinado tempo.

No caso de acidentes no momento da coleta externa, no abrigo de resíduos, como também na operação de dispor os resíduos no carro coletor com rompimento de sacos plásticos e derramamento de resíduos, serão imediatamente removidos os resíduos do local atingido e efetuada limpeza com desinfecção simultânea;

A equipe deve encontrar o abrigo de resíduos fechado e deixá-lo fechado; para isto, a chave estará guardada em lugar estratégico de conhecimento da equipe de coleta e transporte interno II, da equipe de lavagem e higienização e da equipe que abrirão no instante do armazenamento externo, na hora da lavagem e higienização e no momento da coleta externa, fechando-o em seguida, retornando a chave para o seu devido lugar.

4.9.7. Transporte externo de resíduos ou serviços de saúde

O transporte externo é a transferência, por meio de veículo coletor, dos sacos plásticos e caixas de papelão rígido, amarrados e intactos, do abrigo de resíduos para o tratamento e/ou destino final externo, ou eventualmente, do armazenamento ou do tratamento interno para a disposição final.

No planejamento do itinerário escolhido para os carros coletores de resíduos de serviços de saúde deve ser levado em consideração o menor fluxo de veículos e ter sempre o mesmo sentido.

O carro coletor transportará guardados sempre, e como norma, os seguintes materiais e utensílios auxiliares: sacos plásticos com tampa, pá e rodo.

No caso de acidentes de pequenas proporções com o carro coletor no transporte externo, a equipe retirará os resíduos do local atingido e efetuará a limpeza com desinfecção.

Havendo acidentes de grandes proporções, a empresa e/ou administração responsável pela execução da coleta e transporte externo deve notificar aos órgãos municipais e estaduais de controle ambiental e de saúde pública.

4.9.8. Características do carro coletor da coleta externa

- Os carros coletores devem atender às especificações:
  - carro com capacidade superior a 1.000kg; a descarga deve ser mecânica;
  - carro com sistema de carga e descarga; este deve operar de forma a não permitir o rompimento dos sacos plásticos e caixas de papelão rígido;

- carro com capacidade igual ou inferior a 1.000kg; a descarga pode ser mecânica ou manual;
- quando a forma de carregamento for manual, a altura de carga do carro coletor deve ser inferior a 1,20m;
- carro escolhido deve ter superfície interna lisa;
- carro escolhido deve ter cantos arredondados para não causarem acidentes e nem rasparem os sacos plásticos e de forma a facilitarem a limpeza e higienização;
- carro escolhido deve ser vedado (impermeável) de forma que não permita vazamento de líquidos;
- carro escolhido deve apresentar dispositivo adequado para ventilação;
- carro escolhido para resíduos infectantes deve ser de cor branca leitosa;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira em local visível o símbolo de substância infectante de cor preta;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira em local visível o nome da municipalidade (Prefeitura Municipal de .....);
- no carro escolhido nos lados e na traseira, em local visível o endereço e telefone da empresa coletora;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira em local visível a sigla e nome da empresa coletora;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira em local visível a especificação de resíduos infectantes;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira em local visível o código K 201-P, indicativo que é resíduos de Hospitais, K 201 resíduos perigosos em geral, P de patogênicos;
- no carro escolhido deve constar nos lados e na traseira e em local visível e dentro de um círculo o número do carro coletor de RSS da municipalidade, isto quer dizer se a prefeitura municipal tiver quatro carros para a coleta externa dos resíduos infectantes dos estabelecimentos de saúde será o número 1 para o primeiro carro, o número 2 para o segundo e assim sucessivamente;
- carro coletor deve ser exclusivo na coleta externa de resíduos infectantes.

4.9.9. Estrutura de apoio da coleta e transporte externo

A municipalidade e/ou empresa responsável pela coleta e transporte externos dos resíduos de serviços de saúde devem construir e manter uma área que proporcione:

- ao final de cada turno de trabalho a limpeza e desinfecção simultânea dos carros coletores, usando-se jato de água sobre pressão;
- condições da realização da programação de manutenção preventiva dos carros coletores;

- condições aos servidores encarregados de executarem as ações, de lavagem e desinfecção dos equipamentos de proteção individual, como também de ferramentas e utensílios;
- aos funcionários condições de higienização corporal;
- aos funcionários efetuarem a lavagem e desinfecção dos carros coletores portando os equipamentos de proteção individual mais adequados para a tarefa, especificados: uniforme, luvas, botas, máscaras, óculos, avental e capacete de plástico;
- o efluente proveniente da lavagem e desinfecção dos carros coletores seja encaminhado para tratamento biológico no estágio secundário; este será executado conforme exigências do órgão estadual de controle ambiental.

4.9.10. Disposição final adequada dos resíduos sólidos dos serviços de saúde

A disposição final dos RSS deve ser realizada em aterro controlado ou sanitário que será implantado (dependendo do caso), pelo projeto técnico que siga rigorosamente a Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas que determina os procedimentos de apresentação de projetos tanto de aterros controlados como de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

4.9.11. Equipamentos de proteção individual (EPIs)

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), serão adequados, e destinados a proteger a integridade física do trabalhador e obedecerão à normatização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- uniforme: será composto por calça comprida e camisa com manga três-quartos, de tecido brim santista tapé 100 de cor branca;
- luvas: serão de PVC, impermeáveis, resistentes, antiderrapante, de cano longo e na cor branca;
- botas: serão de PVC, impermeáveis, resistentes, solado antiderrapante, cano três-quartos e na cor branca;
- gorro: terá forma, tamanho para cobrir e proteger completamente os cabelos e será da cor branca;
- máscara: será respiratória, impermeável, tipo semifacial ajustável que cubra nariz e boca;
- óculos: serão de plásticos resistentes, com armação em plástico flexível, com proteção lateral, válvulas para ventilação, com lente panorâmica, incolor que protegerá a mucosa ocular;
- avental: será de PVC, impermeável, de médio comprimento, com largura suficiente para cobrir o uniforme;

- Colete: para coleta noturna será cor fosforescente;
- Boné: será de cor branca, de forma e tamanho para cobrir e proteger os cabelos.

4.10. Mobilização comunitária

4.10.1. Conceituação

Mobilizar é convocar vontades, decisões e ações para atuar na busca de um propósito comum, sob uma interpretação e um sentido também compartilhados.

Participar ou não de um processo de mobilização é um ato de escolha. A participação é um ato de liberdade, as pessoas são chamadas, mas participar é uma decisão de cada um. Esta decisão depende essencialmente das pessoas se verem ou não como responsáveis e como capazes de construir mudanças.

Toda mobilização é mobilização para alguma coisa, para alcançar um objetivo pré-definido, um propósito comum, por isso é um ato de razão. Para que ela seja útil a uma sociedade, tem que estar orientada para construção de um projeto futuro. Se o seu propósito é passageiro, converte-se em um evento, uma campanha e não um processo de mobilização.

4.10.2. Importância

É de fundamental importância porque além de permitir um grau de conscientização das pessoas, no caso, em relação aos problemas dos resíduos sólidos, contribui para a formação de uma visão crítica e participativa a respeito do uso do patrimônio ambiental.

4.10.3. Estratégias

Para se obter a mobilização comunitária recomenda-se:

- discutir a magnitude do problema e definir linhas de ação;
- compatibilizar as linhas de ação com as disponibilidades existentes na comunidade;
- definir as competências e responsabilidades de cada um (recursos humanos, divulgação, transporte, etc.);
- levantamento dos recursos disponíveis na comunidade e que possam ser postos à disposição das ações;
- organização de comissões para operacionalizar o programa (comissão de divulgação, de multiplicadores, etc.);
- organização de grupos de discussão para avaliar o envolvimento das lideranças comunitárias em função das soluções a serem alcançadas.

4.10.4. Considerações

No caso da mobilização comunitária para a questão dos resíduos sólidos, recomenda-se dar mais ênfase aos trabalhos nas escolas, por se tratar de uma população ainda em formação o que facilita a mudança de hábitos e conseqüentemente obter-se um maior número de multiplicadores.

Não basta compreender os problemas de resíduos sólidos e suas causas; é preciso agir. É imprescindível que os grupos e a comunidade contribua para a resolução dos problemas. O ideal é que as sugestões para as ações surjam da comunidade.

4.11. Legislação e normas técnicas para os resíduos sólidos

4.11.1. Legislação Federal de 5/10/1988

a) Constituição Federal

- artigos 20, 23, 24, 30, 129 e 200.

b) leis

- Lei nº 5.318, de 26/9/1967 — Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de saneamento;
- Lei nº 6.398, de 31/8/1981 — Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;
- Lei nº 9.605, de 12/2/1998 — Dispõe sobre crimes ambientais.
- Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental.

c) decretos

- Decreto nº 10, de 31/3/1982.
- Decreto nº 96.044, de 18/5/1988 — Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos;
- Decreto nº 98.973, de 21/2/1990;
- Decreto nº 875, de 19/7/1993 — Promulga o texto da convenção sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos sólidos perigosos e seu depósito - Convenção da Basiléia;
- Decreto nº 99.274, de 6/7/1990 — Regulamenta a Lei nº 6.902/1981 e a Lei nº 6.938/1981.

d) resoluções

- Resolução Conama nº 5, de 1983;
- Resolução Conama nº 1-A, de 23/1/1986 — Estabelece normas ao transporte de produtos perigosos que circulam próximos a áreas densamente povoadas, de proteção de mananciais e do ambiente natural;

- Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986 — Critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impacto ambiental;
- Resolução Conama nº 10, de 3 de dezembro de 1987 — Reparação de danos ambientais causados entre outros pelo licenciamento de obras de grande porte;
- Resolução Conama nº 6, de 15/6/1988 — No processo de licenciamento ambiental de atividades industriais os resíduos gerados e/ou existentes deverão ser objeto de controle específico;
- Resolução Conama nº 2, de 22/8/1991 — Dispõe sobre o controle de cargas deterioradas;
- Resolução Conama nº 6, de 19/9/1991 — Estabelece critérios, para desobrigação de incineração ou qualquer outro tratamento de queima dos resíduos sólidos, provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos;
- Resolução Conama nº 8, de 19/9/1991 — Veda a entrada no país de materiais residuais destinados à disposição final e incineração no Brasil;
- Resolução Conama nº 5, de 5/8/1993 — Resíduos sólidos - definição de normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais ferroviários e rodoviários e revogam os itens I, V, VI e VIII da Portaria Minter nº 53/1979;
- Resolução Conama nº 6, de 31/8/1993 — Resíduos sólidos: óleos lubrificantes;
- Resolução Conama nº 9, de 31/8/1993 — Define os diversos óleos lubrificantes, sua reciclagem, combustão e seu refino, prescreve diretrizes para a sua produção e comercialização e proíbe o descarte de óleos usados, onde possam ser prejudiciais ao meio ambiente;
- Resolução Conama nº 19, de 29/9/1994;
- Resolução Conama nº 24, de 7/12/1994 — Dispõe sobre a importação e exportação de rejeitos radioativos;
- Resolução Conama nº 37, de 30/12/1994 — Define resíduos sólidos perigosos e estabelece os critérios para importação e exportação de resíduos.

e) portarias

- Ministerial nº 53, de 1º/3/1979 — Estabelece as normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção;
- Interministerial nº 19, 29/1/1981 — Dispões sobre a contaminação do meio ambiente por PCBS (askarel);
- Interministerial nº 3 de 31/9/1995 — Dispõe sobre a proibição da importação de bens de consumo usados.

4.11.2. Normas técnicas - ABNT

a) classificação dos resíduos sólidos

- resíduos sólidos — NBR 10.004.
- resíduos de serviços de saúde, Terminologia — NBR 12.807;
- resíduos de serviços de saúde, Classificação — NBR 12.808.

b) acondicionamento

- classificação de sacos plásticos para acondicionamento de lixo — NBR 9.190/1985;
- classificação de sacos plásticos para acondicionamento de lixo — NBR 9.191/2000;
- procedimento de Coleta de Resíduos de Saúde — NBR 12.810/1993;
- agulha hipodérmica estéril e de uso único — NBR 9.259;
- resíduos de Serviços de Saúde - Manuseio — NBR 12.809;
- coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes- Requisitos e métodos de ensaio — NBR 13.853;
- armazenamento de resíduos sólidos perigosos — NBR 12.235;
- amostragem NBR 10.007;
- classificação NBR 10.004.

c) coleta

- ficha de informações de segurança de produtos químicos — FISPQ — NBR 14.725;
- símbolos de Risco e Manuseio para o Transporte e Armazenamento de Material — NBR 7.500;
- sacos plásticos — NBR 9.191;
- resíduos de serviços de saúde, terminologia — NBR 12.907;
- resíduos de serviços de saúde, classificação — NBR 12.808;
- manuseio de serviços de resíduos de saúde, procedimento — NBR 12.809;
- coleta de serviços de resíduos de saúde, procedimento — NBR 12.810;
- coleta, varrição e acondicionamento de RSU, terminologia — NBR 12.980;
- sharps conteiner London - British Standards — BS 7.320;
- sacos plásticos - capacidade volumétrica — IPT — IPT NEA 26;
- material flexível - verificação de resistência à perfuração — IPT NEA 36;
- embalagem para RSU, perfurantes e cortantes, especificação — IPT NEA 55;
- material flexível, verificação de resistência ao impacto — IPT NEA 57;
- saco para lixo, especificação — IPT NEA 59.

d) transportes

- transportes de resíduos — NBR 13.221

e) aterro

- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)
- apresentação de projetos de aterros sanitários, procedimento — NBR 8.419;
- apresentação de projetos de aterros controlados, procedimento — NBR 8.849;
- mantas de polímeros para impermeabilização, PVC — NBR 9.690;
- aterros de resíduos perigosos — NBR 10.157;
- degradação do solo — NBR 10.703;
- projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos — NBR 7.229.

f) entulho

- agregado para concreto — ABNT — NBR 7.211.

g) incineração

- NBR 11.175 — Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos — Padrões de Desempenho.

h) outros

- lixiviação de resíduos — NBR 10.005;
- solubilização de resíduos — NBR 10.006;
- amostragem de resíduos — NBR 10.007;
- normas de gestão de qualidade — NBR 9.000/ISO 9.000;
- manuseio de resíduos de serviços de saúde — NBR 12.809;
- Resolução Conama nº 283, de 12 de julho de 2001;
- Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001.

i) comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen)

- NE-3.01 — Diretrizes Básicas de Radioproteção;
- NN-3.03 — Certificação da qualificação de Supervisores de Radioproteção;
- NE-3.05 — Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear;
- NE-6.01 — Requisitos para o registro de pessoas físicas para o preparo, uso e manuseio de fontes radioativas;
- NE-6.02 — Licenciamento de instalações radiativas;
- NE 6.05 — Gerência de rejeitos em instalações radiativas.

j) Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro)

- Portaria nº 121, de 24 de julho de 1996.

k) Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)

- Resolução RDC n.º 33, de 25 de fevereiro de 2003 (Anvisa);
- RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002;
- RDC nº 305, de 14 de novembro de 2002-11-27.

l) Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)

- Instrução Normativa CTNBio nº 7, de 6/6/1997.

m) Ministério dos Transportes (MT)

- Decreto PR/MT nº 96.044, de 18 de maio de 1988 — Regulamentação do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos;
- Portaria Geipot nº 204, de 20 de maio de 1997.

n) Ministério do Trabalho (MTb)

- Norma Reguladora — NR-7, da Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978.

4.12. Referências bibliográficas

APOSTILAS ambientais SEMA, 1997. (Mimeo).

BARROS, R. T. V. et al. *Saneamento.* Belo Horizonte : Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BIOSSEGURANÇA Em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia - Editado por RICHMOND, J. Y., Mckinne, R. W.; Organizado por Ana Rosa dos Santos, Maria Adelaide Millington, Mário César Althoff. Brasília : Fundação Nacional de Saúde, 2000

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Estruturação do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde.* Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Ação educativa nos Serviços Básicos de Saúde.* Brasília, 1981.

_____ . *Anais do Encontro de Experiências de Educação em Saúde.* Brasília, 1981.

CARVALHO , P. R. *Boas Práticas Químicas em Biossegurança*. Rio de Janeiro: Interciência, 1999.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1, 1997. *Anais.* Brasília : Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal : Ministério da Educação e do Desporto, 1997. 1 v.

CORREIA, P. *Otimização energética aplicando processos de reciclagem.* Campinas : Unicamp, 1998.

COSTA, M. A F., COSTA, M. F. B., MELO, N. S. F. O. *Biossegurança — Ambientes Hospitalares e Odontológicos*. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda., 2000.

CURSO Latino Americano de limpeza urbana e administração de resíduos industriais : módulo II — gerência, planejamento e controle de limpeza urbana; e módulo I : tecnologias de Limpeza Urbana. (Mimeo).

DALTRO FILHO, J. *Gerenciamento do lixo Municipal.* Aracaju, 1997.

DIAGNÓSTICO de la situacíon del manejo de resíduos solidos Muncipales en América Latina y el Caribe. Washington : Unicef : Cepis, 1997.

DIVISION OF ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY. *Photographic Materials: Safety issues and disposal procedures.* Florida: University of Florida. Online. Disposable in http://www.ehs.ufl.edu

FIOCRUZ. *Biossegurança em Laboratórios de Saúde Pública*. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

GERENCIAMENTO de resíduos sólidos urbanos. Porto Alegre : ABES/Seção RS, 1998.

GUIDANCE for evaluating medical waste treatment technologies. 1993.

HIRATA, M. H, FILHO MANCINI, J. *Manual de Biossegurança*. São Paulo: Editora Manole, 2002.

IBAM. *O que é preciso saber sobre Limpeza Urbana.* 2. ed. Brasília, 1993.

LIXO municipal. IPT/Cempre, 1995.

MERCEDES, S. P. *Contribuição ao estudo de eliminação de organismos patogênicos na compostagem do lixo urbano.* Dissertação (Mestrado), 1992.

NUNES REIS, R. N. *Uma Consultoria sobre resíduos sólidos.* Brasília : Fundação Nacional de Saúde, 1998.

ORIENTAÇÕES básicas para organizar um Serviço de Limpeza Pública em Comunidade de Pequeno Porte. Brasília : SEPURB : SMA : FNS : PNMA, 1998.

PEREIRA NETO, J. T. *Manual de compostagem.* Belo Horizonte : UFMG, 1996.

PROPOSTA para implantação do Programa Componente Educação Sanitária e Ambiental — CEA no Projeto Baía de Todos os Santos — BTS : 1997.

SCHALCH, V. *Aterros sanitários, projeto e operação.* Florianópolis : EESC, 1997.

_____ . *Reciclagem de resíduos de construção.* Florianópolis : EESC, 1997.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PROBELMAS AMBIENTAIS DOS CENTROS URBANOS, 2, 1993. *ECO URB'S, 1993.*

SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SENITÁRIA E AMBIENTAL, 5, 1992. *Trabalhos apresentados.* Abes : Apesb, 1992.

TORO, A J.B., Werneck, N.M.D. *Mobilização social.* [S.l. : s.n.], 1997.

Capítulo 5

Drenagem

5.1. Introdução

No processo de assentamento dos agrupamentos populacionais, o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais quanto em razão da interferência com os demais sistemas de infra-estrutura, além de que, com retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população.

O sistema de drenagem de um núcleo habitacional é o mais destacado no processo de expansão urbana, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência, imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população quando causa inundações e alagamentos. Além desses problemas gerados, também propicia o aparecimento de doenças como a leptospirose, diarréias, febre tifóide e a proliferação dos mosquitos anofelinos, que podem disseminar a malária. E, para isso tudo, estas águas deverão ser drenadas e como medida preventiva adotar-se um sistema de escoamento eficaz que possa sofrer adaptações, para atender à evolução urbanística, que aparece no decorrer do tempo.

Para que este objetivo seja atingido, é de fundamental importância a realização de pesquisas entomoepidemiológicas detalhadas, para identificação com precisão dos locais escolhidos pelo vetor para reprodução, de forma a orientar as ações de drenagem.

Um sistema geral de drenagem urbana é constituído pelos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

5.2. Importância sanitária

Sob o ponto de vista sanitário, a drenagem visa principalmente:

- desobstruir os cursos d'água dos igarapés e riachos, para eliminação dos criadouros (formação de lagoas) combatendo, por exemplo, a malária; e
- a não propagação de algumas doenças de veiculação hídrica.

5.3. Conceito

a) microdrenagem

A microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais a nível de loteamento ou de rede primária urbana, que propicia a ocupação do espaço urbano ou periurbano por uma forma artificial de assentamento, adaptando-se ao sistema de circulação viária.

- É formada de :

- boca de lobo: dispositivos para captação de águas pluviais, localizados nas sarjetas;
- sarjetas: elemento de drenagem das vias públicas. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam;
- poço de visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e limpeza das canalizações;
- tubos de ligações: são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para a galeria ou para os poços de visita; e
- condutos: obras destinadas à condução das águas superficiais coletadas.

b) macrodrenagem

É um conjunto de obras que visam melhorar as condições de escoamento de forma a atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo dos principais talvegues (fundo de vale). Ela é responsável pelo escoamento final das águas, a qual pode ser formada por canais naturais ou artificiais, galerias de grandes dimensões e estruturas auxiliares. A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo consituída pelos igarapés, córregos, riachos e rios localizados nos talvegues e valas.

Os canais são cursos d'água artificiais destinados a conduzir água à superfície livre. A topografia do terreno, natureza do solo e o tipo de escoamento, determinam a forma da seção a ser adotada, as inclinações de taludes e declividade longitudinal dos canais.

Apesar de independentes, as obras de macrodrenagem mantém um estreito relacionamento com o sistema de drenagem urbano, devendo portanto serem projetadas conjuntamente para uma determinada área.

- As obras de macrodrenagem consistem em:

  - retificação e/ou ampliação das seções de cursos naturais (foto 29);
  - construção de canais artificiais ou galerias de grandes dimensões;
  - estruturas auxiliares para proteção contra erosões e assoreamento, travessias (obras de arte) e estações de bombeamento.

Foto 29 — Retificação de Canal Natural

Foto 30 — Galeria de Concreto Armado

As razões para a necessidade de implantar ou ampliar nos centros urbanos, as vias de macrodrenagem são:

- saneamento de áreas alagadiças;
- a ampliação da malha viária em vales ocupados;
- evitar o aumento de contribuição de sedimento provocado pelo desmatamento e manejo inadequado dos terrenos, lixos lançados sobre os leitos; e
- a ocupação dos leitos secundários de córregos.

5.3.1. Licenciamento Ambiental — (Art. 8, Resolução Conama nº 237/1997)

Para a execução de qualquer obra de drenagem, deverá ser obtida no órgão de proteção ambiental do município ou do estado a;

> *"I - Licença Prévia (LP) — concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;"*
>
> *"II - Licença de Instalação (LI) — autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;"*
>
> *"III - Licença de Operação (LO) — autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação."*

Parágrafo único — As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

5.4. Tipos de drenagem

5.4.1. Superficial

É utilizada mais adequadamente para terrenos planos, com capa superficial sustentável e subsolo rochoso ou argiloso impermeável, impede o encharcamento do terreno, evita a saturação prolongada do solo e acelera a passagem de água sem risco de erosão e acumulação de lama no leito.

Consta dos seguintes serviços:

- preparação da superfície do terreno;
- melhoria dos leitos naturais das águas; e
- construção de valas.

5.4.2. Subterrânea

A drenagem subterrânea tem como objetivo descer o lençol freático até um nível que favoreça os cultivos e garantir a estabilidade das estradas e a segurança das construções.

A drenagem subterrânea, utilizando valas, é aplicada nos casos em que não é preciso descer o lençol freático mais que 1,5m, isto porque o volume de terra a ser removido será proporcional ao quadrado da profundidade da vala.

5.4.3. Vertical

É utilizada em terrenos planos quase sem declive para que a água drene, como nos pântanos e marisma. Estes terrenos possuem uma capa superficial encharcada por existir abaixo dela uma camada impermeável, impedindo, assim, a infiltração. Poder-se-á dar saída às águas superficiais e subterrâneas, pelos poços verticais, fincados ou perfurados, preenchidos com pedras, cascalho ou areia grossa, protegendo assim, a sua estabilidade.

Deve-se tomar precauções, em decorrência deste tipo de drenagem ocasionar risco de contaminação das águas subterrâneas.

5.4.4. Elevação mecânica (bombas)

- É utilizada nas seguintes situações:
  - quando o nível da água a ser bombeada é inferior ao nível do local destinado a receber o líquido, uma vez que não há carga hidráulica no extremo inferior da área a ser drenada; e
  - quando o lençol freático do terreno é elevado, podendo-se substituir a rede de drenagem superficial por sistema de poços, a partir do bombeamento para as valas coletoras.

5.5. Critérios e estudos para obras de drenagem

a) levantamento topográfico que permita:
   - avaliar o volume da água empoçada;
   - conhecer a superfície do pântano em diferentes alturas;
   - determinar a profundidade do ponto mais baixo a drenar;
   - encontrar a localização de uma saída apropriada; e
   - determinar o traçado dos canais ou valas;

b) estudo da origem da água que alimenta a área alagada, análise das conseqüências prováveis da vazão máxima e mínima, o uso da água e a reprodução de vetores;

c) estudo do subsolo com ênfase na sua permeabilidade;

d) distâncias a zonas povoadas, de trabalho ou lazer;

e) exame das possibilidade de utilizar o material ao escavar as valas;

f) estudo das conseqüências ecológicas e da aceitação da drenagem pela população.

5.6. Ações desenvolvidas no combate à malária

5.6.1. Tipos de intervenções

a) retificação de canais

Propicia movimentação rápida das águas, interferindo no ciclo biológico do mosquito. A área do terreno a ser trabalhada deverá compreender as faixas ocupadas pelo canal a ser aberto e retificado, as faixas marginais com no mínimo oito metros de largura e os locais de despejo do material escavado.

b) limpeza manual

A limpeza manual será executada no leito e margens dos igarapés, com desmatamento, destocamento e retirada de árvores de pequeno e médio porte, ocasionando o escoamento do curso d'água e incidência da luz solar. Serão retirados do leito dos igarapés, os obstáculos naturais ou artificiais que obstruam o curso d'água e propiciem a formação de lagoas.

O entulho das limpezas será retirado e transportado para um local, cuja distância impossibilite o retorno para as áreas limpas. No serviço manual serão utilizadas as ferramentas apropriadas como foice, garfo e motosserra.

c) limpeza mecânica

- A limpeza mecânica será executada no:
  - leito do igarapé com equipamentos pesados dos tipos escavadeira hidráulica sobre esteiras ou *drag-line*;

- margem do igarapé, com o equipamento do tipo trator de esteira D6 ou similar;
- valas laterais para escoar o igarapé drenado, com equipamentos dos tipos escavadeira hidráulica sobre esteiras ou retroescavadeira.

Foto 31 — Dragagem com drag-line

d) desmatamento

É utilizado como serviço complementar, podendo ser manual ou mecânico.

Como medida de ordenamento do meio para o combate à malária, recomenda-se o desmatamento seletivo de áreas, com variação de nível da água até oito metros de altura em relação ao nível normal das cabeceiras, bem como nos trechos retos das margens.

e) aterro

É um procedimento simples e eficaz para eliminar os criadouros de anofelinos.

É utilizado nas áreas onde a malária é endêmica e recomenda-se aterrar as depressões, as escavações e buracos grandes ou pequenos, sempre que se comprove o seu potencial como criadouros de anofelinos e que, a presença do homem residindo em suas imediações, tenha importância na transmissão da doença.

f) construções de obras de arte

Consiste na construção de bueiros e galerias para dar escoamento regular às águas. Dependendo do volume e das características da área a drenar, os mesmos podem ser dos tipos:

- bueiros tubulares de concretos pré-moldados simples, duplos ou triplos;
- bueiros com tubos metálicos tipo ARMCO, com revestimentos Epoxi-Bonded;
- galeria celular de concreto armado.

g) revestimento de canais

É a medida de maior utilização para evitar as infiltrações e suas conseqüências, tendo como finalidade a proteção dos canais contra desbarrancamentos, erosões do fundo e das margens no caso de velocidades de escoamento elevadas e para diminuição da rugosidade.

Os revestimentos utilizados se constituem de concreto armado, podendo-se também utilizar concreto simples ou ciclópico, alvenaria de pedra argamassada, pedras, pré-moldados, gabiões, gramas em pontos raramente atingidos pela água com plantio de placas, mudas ou por meio de hidrossemeadura.

Vantagens em revestir os canais:

- diminuição das perdas por infiltração;
- proteção das deformações nas bordas do canal;
- diminuição da freqüência da manutenção;
- aumento da velocidade da água;
- impedimento do crescimento de vegetação;
- redução da necessidade de dragagens.

5.7. Referências bibliográficas

BRASIL. Resolução Conama n. 237, de 19 de dezembro de 1997. Online. Disponível na Internet http//www.lei.adv.br/conama01.htm

BRASIL. Resolução Conama n. 5, de 15 de junho de 1988. Online. Disponível na Internet http//www.lei.adv.br/conama01.htm

APOSTILA I Curso de Projetos de Macrodrenagem para engenheiros da FNS com ênfase em Malária. Robert Young, 1994.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. *Instruções para Projetos de Canalizaçõe para Macrodrenagem Urbana.* Rio de Janeiro, 1998.

FENDRICH, R., OBLADEN, N.L., AISSE, M.M. *Drenagem e controle da erosão urbana.* Curitiba : Editora Universitária Champagnat, 1997. 485 p.

TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L., BARROS, M. T. (org.). *Drenagem urbana.* Porto Alegre : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 429 p.

Capítulo 6

Biologia e controle de artrópodos

6.1. Generalidades

O Filo *Arthropoda* é constituído por animais invertebrados, de corpo segmentado, membros articulados e toda superfície externa revestida por um exoesqueleto contendo quitina.

O Filo *Arthropoda*, ou simplesmente artrópodos, contém a maioria dos animais conhecidos, aproximadamente 1.000.000 de espécies, sendo algumas delas abundantes em número de indivíduos. Os grupos de maior interesse sanitário pertencem à Classe Insecta (insetos) e Arachinida (aranhas, escorpiões, etc.).

6.1.1. Importância sanitária

Em Saúde Pública é dada maior importância aos vetores, isto é, aos artrópodos capazes de transmitir agentes infecciosos.

O combate a esse grupo de artrópodos visa, fundamentalmente, a prevenir a transmissão de doenças a eles relacionadas.

Em áreas endêmicas, torna-se necessário reduzir a incidência de doenças, colocando-as sob controle, pois essa ação propicia a redução da mortalidade e morbidade.

6.1.2. Importância econômica

Incluem-se como de importância econômica todas as medidas de ordem sanitária porque as mesmas oferecem proteção ao homem e resguardam sua capacidade de produção.

Em alguns casos, o controle reveste-se de caráter especial, como, por exemplo, proteção a trabalhadores em estradas de penetração e em grandes obras de engenharia, como as hidrelétricas.

6.2. Principais artrópodos de importância sanitária

6.2.1. Insetos

A Classe *Insecta*, é a maior, a mais bem-sucedida e diversificada de todas as classes animais. Diferenciam-se dos outros artrópodos por possuírem três regiões distintas: cabeça, tórax e abdomen, com um ou dois pares de asas situadas na região média ou toráxica do corpo, além de três pares de patas.

a) insetos de interesse sanitário:

- moscas. Exemplo: *Musca domestica* (Diptera: *Muscidae*);
- mosquitos. Exemplo: *Aedes aegypti, Aedes albopictus, Culex quinquefasciatus, Anopheles darlingi e Anopheles albitarsis* (Diptera: *Culicidae*);
- borrachudos. Exemplo: *Simulium metallicum* (Diptera: *Simuliidae*);
- flebótomos. Exemplo: *Lutzomyia longipalpis, Lutzomyia flaviscutelata, Psychodopigus wellcomei* (Diptera: *Psychodidae*);
- pulgas. Exemplo: *Pulex irritans, Xenopsylla pestis* (Siphonaptera: *Pulicidae*);
- piolhos. Exemplo: *Pediculus humanus* (Anoplura: *Pediculidae*);
- barbeiros. Exemplo: *Triatoma infestans* (Hemiptera: *Reduviidae*);
- percevejos. Exemplo: *Cimex lectularius* (Hemiptera: *Cimicidae*);

  baratas. Exemplo: *Periplaneta americana, Blatta orientalis* (Blattaria:*Blatidae*), *Blattella germanica* (Blattaria: *Blattelidae*).

b) doenças transmitidas por insetos

Os insetos desempenham papel de transportadores de agentes infecciosos entre a fonte infectada e o homem suscetível. Durante o transporte, conforme o caso, o inseto poderá estar infectado pelo agente ou atuar como portador passivo ou mecânico.

- Exemplos de transmissão:

- febre tifóide e diarréias infecciosas: pelas moscas e baratas, as quais transportam os germes da doença em suas patas, depositando-os em alimentos, utensílios, etc;
- peste bubônica: por pulgas, pela regurgitação sobre a pele em seguida às picadas;
- tifo murino: por pulgas infectadas; defecação sobre a pele em seguida à picada;
- malária: por mosquito do gênero *Anopheles* infectado;
- filariose: por mosquitos do gênero *Culex*, por deposição da filária sobre a pele, em seguida à picada;
- doença de Chagas: pelo barbeiro infectado; defecação na pele, em seguida à picada que provoca prurido;

- febre amarela: pela picada do mosquito do gênero *Haemagogus* (forma silvestre) e *Aedes* (forma urbana);
- dengue: pela picada do mosquito do gênero *Aedes;*
- leishmaniose: pela picada de insetos dos gêneros Lutzomyia e Psychodopigus.

c) controle de insetos

As medidas de controle baseiam-se na biologia do inseto, nos seus hábitos, nas suas características, na ecologia local, na conscientização, na cooperação das populações frente aos problemas causados para a saúde humana e animais domésticos. Neste capítulo, serão descritos os hábitos e os meios de controle das moscas e dos mosquitos; os demais insetos serão vistos em linhas gerais.

6.2.1.1. Moscas

Uma espécie de muito interesse para o saneamento é a mosca doméstica. Ela tem como característica, ao alimentar-se, lançar sua saliva sobre os materiais sólidos, para dissolvê-los e, depois aspirá-los. Os alimentos recém-ingeridos acumulam-se na região esofagiana. Depois, aos poucos, a mosca regurgita esse material para encaminhá-lo ao estômago.

Nesse procedimento, freqüentemente as moscas depositam uma gotinha líquida, espécie de vômito, sobre os lugares onde estão pousadas, antes de ingerir os alimentos. Tal hábito facilita a disseminação de microorganismos (bactérias, cistos de protozoários, ovos de helmintos, etc.), se esses dípteros tiverem estado, antes de alimentar-se, sobre materiais fecais, secreções purulentas, lixo ou outros substratos contaminados.

As pernas das moscas terminam com par de garras, pêlos glandulares e espinhos plumosos. Esse conjunto de estruturas adesivas são responsáveis pelo transporte mecânico de germens de um lugar para outro, facilitando a contaminação dos alimentos humanos, após as moscas terem freqüentado o solo ou dejetos deixados a descoberto.

Também por via digestiva podem propagar doenças quando defecam após a alimentação, onde pousam.

As fêmeas põem, de cada vez, de 100 a 150 ovos alongados e o ovopositor deposita-os em lugares escondidos onde haja matéria orgânica em decomposição ou fermentação, como: o lixo, esterco de animais, fezes humanas, resíduos vegetais, etc.

As moscas têm grande capacidade de vôo, percorrendo até 10km em 24 horas, alcançando um bom poder de dispersão. Apresentam hábitos diurnos, procurando lugares iluminados e quentes. Aceitam qualquer tipo de alimento, desde que líquidos ou solúveis em sua saliva. São atraídas tanto pelo lixo e esterco como pelo leite, substâncias açucaradas e alimentos humanos.

Quando a população de moscas é muito grande, indica a presença de extensos depósitos de lixo, esterco ou más instalações sanitárias na região, favorecendo numerosos

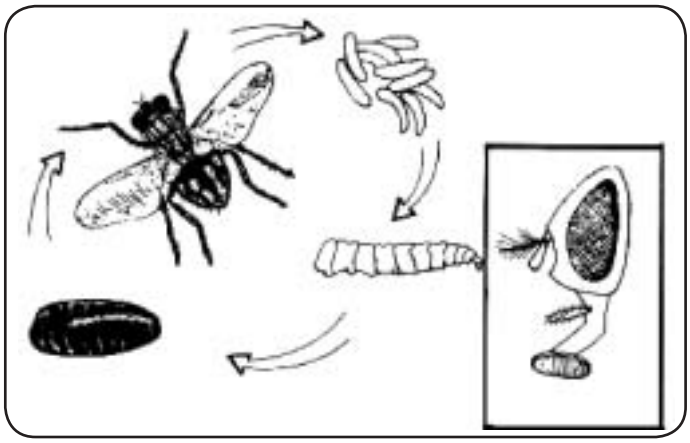
focos de criação nos domicílios. Outros pontos de preferência são os estábulos, locais de ordenha, matadouros, mercados e feiras, onde as moscas se multiplicam rapidamente.

a) ciclo biológico da mosca

Do ovo saem larvas alongadas em menos de 26 horas e à temperatura geralmente acima de 15˚C. Crescem rapidamente mudam de "pele" (ecdise) por diversas vezes e alcançam o tamanho máximo de 1 cm. Abandonam o ambiente onde se encontram e buscam em todas as direções um lugar seco, de terra batida ou área cimentada, transformando-se em pupas. A fase larval dura de três a quatro dias e a fase pupal de quatro a cinco dias.

A mosca adulta no verão vive cerca de um mês aumentando o tempo de vida nos meses mais frios.

Figura 118 — Ciclo evolutivo da mosca



b) medidas de controle

- Permanentes: consistem na eliminação de meios favoráveis à procriação de moscas. Exemplo: a disposição sanitária adequada do lixo e dos dejetos e a construção de estrumeiras;
- Temporária: consistem no envenenamento das larvas e das pupas, e no combate à mosca adulta pela captura e do uso de inseticidas.

As medidas permanentes, principalmente as que se destinam ao controle da procriação, são as mais eficientes. Entretanto, outros meios devem ser adotados visando a impedir o acesso de moscas às habitações, aos estabelecimentos de gêneros alimentícios e aos locais de trabalho.

As estrumeiras à prova de moscas geralmente são dotadas de plataformas de concreto cercadas de água, de modo que a larva não alcance a terra para transformar-se em pupa.

As estrumeiras à prova de moscas geralmente são dotadas de uma cobertura com tela, a fim de evitar que as moscas se aproximem do esterco e que as larvas nele existentes possam escapar à ação do calor durante a fermentação.

Pode-se fazer estrumeiras mais simples, colocando-se o estrume em montes e cercando-os com canais de concreto, onde circula água permanentemente.

Outras medidas permanentes, como o destino adequado dos excretas humanos e do lixo, são descritas nos capítulos correspondentes.

A proteção da habitação visando a impedir o acesso da mosca ao alimento do homem poderá ser feita pelos seguintes processos:

- telando portas e janelas nas áreas infestadas;
- usando portas duplas na entrada, havendo um pequeno vestíbulo entre a primeira e a segunda providas de mola para fechamento automático;
- protegendo diretamente os alimentos para impedir o acesso das moscas.

O envenenamento das larvas e das pupas é feito pela aplicação de produtos químicos nos montes de esterco, no lixo, nas fezes e em locais onde as moscas possam procriar e pousar.

Um produto comumente utilizado é o bórax (borato de sódio), um sal derivado do ácido bórico, que deve ser aspergido sobre a estrumeira na proporção de 1kg por m.

A água fervente é usada com bons resultados em pequenos focos.

A captura é útil como medida complementar mas não resolve sozinha o problema. Existem várias técnicas de captura e dentre elas citamos a armadilha elétrica, os alçapões e o papel pega moscas.

a) armadilhas

- Armadilhas pegajosas: são fitas pegajosas usadas amplamente para verificar a densidade de moscas, particularmente, em interiores de casas e outras habitações. Para o preparo do papel pega-moscas, mistura-se 2kg de breu para cada kg de óleo de rícino, aquecendo-se em banho-maria. Depois pincela-se a mistura sobre o papel, que não deve ser amarelo nem vermelho. Não havendo óleo de rícino, usa-se óleo de cozinha comum, cuja dosagem é feita por tentativa, variando na proporção de 1/3kg a 1/2 de kg para 1kg de óleo de rícino;
- Armadilhas: são alçapões que constam de uma "gaiola" feita com tela fina, para que as moscas sejam atraídas ao seu interior. Utiliza-se como isca um alimento de sua preferência;
- Armadilha de luz: são armadilhas com lâmpadas de "luz negra" fluorescentes, utilizadas no período de 42 horas para estimar a densidade de moscas.

b) contagem de moscas

Em ocasião de campanha para controle de moscas faz-se inicialmente um levantamento, determinando-se focos, monturos, etc.

É importante para o acompanhamento do processo dos trabalhos de controle a medida de densidade de população das moscas. Uma técnica simples neste particular é o uso do

Scuder, que é uma grade de madeira de 90cm x 90cm, com 24 ripas de 1,9cm. É colocado por um minuto nos locais predeterminados, fazendo-se a contagem direta das moscas que nele pousam.

6.2.1.2. Mosquitos

São insetos dípteros, pertencentes à família *Culicidae*, conhecidos também como pernilongos, muriçocas ou carapanãs. Os adultos são alados, possuem pernas e antenas longas, e na grande maioria as fêmeas são hematófagas, enquanto as fases imaturas são de hábitos aquáticos. Os mais importantes, do ponto de vista sanitário, são:

a) gênero *Culex*

São comumente conhecidos como pernilongos, muriçocas ou carapanãs.

A espécie *Culex quinquefasciatus* participa da transmissão da filariose e tem hábitos acentuadamente domésticos. É considerado mosquito versátil, por depositar seus ovos em qualquer recipiente com água limpa ou poluída, dentro ou fora da casa, rios, lagoas ou pântanos; tanto à sombra como em lugares ensolarados, tolera muito bem o meio pobre em oxigênio e muitos focos de criação são constituídos por fossas.

b) gênero *Aedes*

A espécie que se destaca é o *Aedes aegypti*, por cumprir papel importante na transmissão da dengue e febre amarela. É um culicíneo de origem africana e com importância nas áreas urbanas. Os mosquitos desse gênero são principalmente insetos florestais que se criam, em geral, na água dos verticilos das folhas de bromélias (gravatás). O *Aedes aegypti* é importante para o saneamento por ser adaptado ao domicílio e peridomicílio humano. Ele deposita seus ovos em recipientes com água, como tanques, barris, potes, latas, vasos de plantas e flores, pias, calhas, caixas d´água, pneus e quaisquer outros lugares onde possam acumular água limpa. Tem hábito diurno e preferência por sugar o homem. Pica durante o dia e ao entardecer, costuma ovipar nos depósitos perto da casa. Tem o hábito de repousar em áreas escuras como, por exemplo, atrás de móveis, cortinas, embaixo de mesa, etc.

c) gênero *Anopheles*

São insetos transmissores da malária e pertencem à família *Culicidae*. Eles compreendem cerca de 300 espécies, sendo que de relevância epidemiológica para malária, somente algumas, que variam segundo a região. Os mosquitos fêmeas sugam o sangue para alimentação e amadurecimento de seus ovos e transmitem a malária, os machos alimentam-se de sucos de vegetais e néctar das flores.

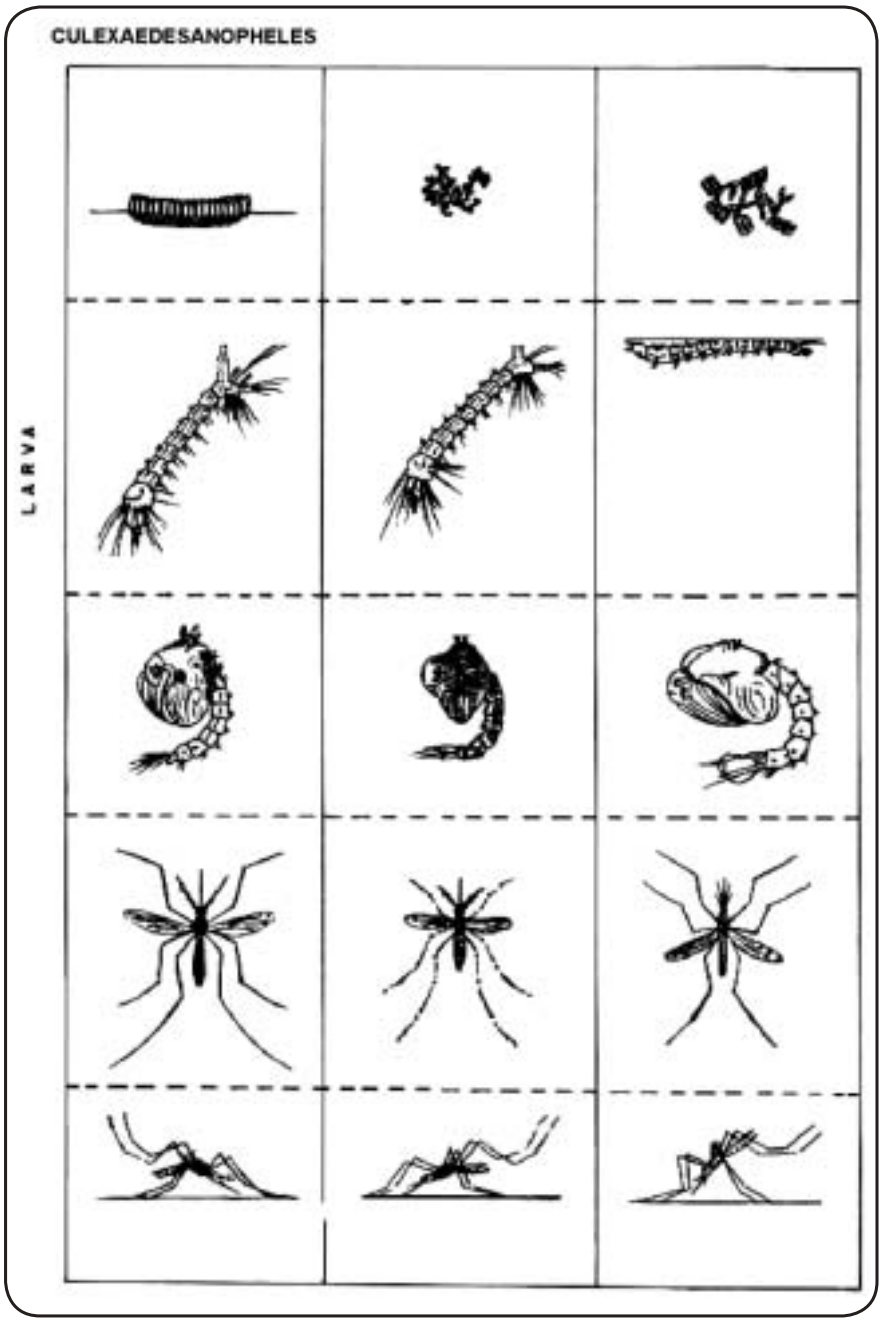
As fêmeas fazem suas desovas em vários tipos de coleções d´água, de acordo com a adaptação das espécies. Algumas preferem depósitos de água salobra, como *Anopheles aquasalis*; outras, grandes extensões de água doce, bem ensolaradas como o *An. darlingi* , que também associa-se freqüentemente com a vegetação flutuante de *Eichornia* (aguapé) e a *Pestia.* Na faixa litorânea sul do país, existem espécies que precisam de pouca água

acumulada (como nos verticilos das folhas de plantas - gravatás); são as espécies de *An. bellator* e *An. Cruzi* que pertencem ao subgênero Kertizia.

Nos criadouros, os ovos dão origem a larvas, que se transformam em pupas e, em seguida, em mosquitos adultos. Nesta fase os mosquitos abandonam a água e procuram um lugar de abrigo até o momento do acasalamento ou da alimentação.

Os anofelinos costumam picar no período do crepúsculo vespertino ao crepúsculo matutino.

Figura 119 — Características dos mosquitos *Culex, Aedes e Anopheles*



d) gênero *Lutzomyia* e *Psychodopigus*

Os flebótomos são insetos pequenos, muito pilosos e cor-de-palha ou castanho-claro, que transmitem a leishmaniose. Adotam quando em repouso a posição com as asas entre-abertas e levantadas.

São conhecidos no nordeste por "cangalha", "cangalhinha", "asa dura", "orelha de veado" e no sul "mosquito palha" e "birigui".

Para sua reprodução, as fêmeas necessitam ao menos de uma refeição de sangue (repasto). Agrupam seus ovos em lugares úmidos e com matéria orgânica, onde ficam aderentes ao substrato, graças a substância viscosa que acompanha a postura. As larvas vermiformes alimentam-se de matéria orgânica do solo ou do local em que se encontram.

Figura 120 — Flebótomo *(Lutzomyia longipalpis)*

e) gênero *Simullium*

Os simulídeos incluem dípteros semelhantes a pequenas moscas conhecidos como "borrachudos" e "piuns", que são responsáveis pela transmissão da oncocercose. O verme filarídeo envolvido pertence à espécie *Onchocerca volvulus*, encontrado parasitando o homem, na América Central, Guatemala e Brasil.

No Brasil, foram identificados casos de filariose (oncocercose), na área indìgena Ianomâmi, principalmente. Sendo registrados alguns casos no estado de Goiás.

Esses insetos tem fêmeas hematófagas, que requerem sangue para sua reprodução. Depositam seus ovos em águas rasas, margens úmidas ou em objetos parcialmente submersos.

Tem hábitat preferencial nas proximidades dos riachos, de águas correntes, com alto teor de oxigênio.

Figura 121 — Borrachudo ou Pium *(Simulim venustum)*

Quadro 30

Esquema das formas de controle de mosquitos				
Métodos de controle	Ao mosquito	Na fase aquática	Manejo dos criadouros	Drenagem
				Aterro
				Eliminações de coleções de água
			Eliminação das larvas	Petrolagem
				Larvicidas
				Controle Biológico
		Na fase alada	No interior da habitação	Inseticidas
				Inseticidas de aplicação espacial
			No exterior da habitação	Ordenamento do meio e aplica-ção de inseticida de ação espacial
	À proteção ao homem	Medidas de proteção individual		Mosquiteiros
				Véus
				Repelentes
		Medidas de proteção coletiva		Entelamento

Observação: Em qualquer situação, é indispensável o trabalho educativo visando a informar e esclarecer a população.

6.2.1.2.1. Características dos criadouros

Criadouro de mosquitos é qualquer coleção de água que apresente condições favoráveis à vida e ao desenvolvimento dos mosquitos.

a) fatores que influem na qualidade de um criadouro:

- topográficos: a declividade do solo;
- geológicos: permeabilidade e impermeabilidade do solo;
- telúricos: chuvas;
- variação de temperatura e umidade: maior ou menor estiagem;
- condições físicas da água: temperatura, sombreamento ou insolação;
- condições químicas da água: pH, teor de ferro, salinidade, dulcilidade e matéria orgânica.

b) quanto à existência, os criadouros podem ser:

- temporários: em algumas ocasiões tem água, em outras, estão secos;
- permanentes: podem ser formados de:
  - água que brota do solo: vertentes, fontes ou poços;
  - água de chuva ou de drenagem de superfície; artificiais, cisternas, ocos de árvores; axilas de folhas, como as Bromélias (gravatás); charcos de águas pluviais; inundações, inclusive marítimas (mangue); valas de irrigação, sarjetas ou valas para coletar águas de chuvas, caldeirões (grande coleções de água em cavidades de pedreiras);
  - água de chuva e da superfície do solo: lagos, lagoas, represas ou açudes, pântanos, escavações, cavões ou cavas formados pela erosão.

6.2.1.2.2. Métodos de controle

a) drenagem ou enxugamento do solo

O emprego da drenagem no controle dos mosquitos baseia-se na impossibilidade de desenvolvimento dos mosquitos pela falta de coleções de água ou mudança do regime das águas.

A drenagem é um dos principais métodos de controle do mosquito. Esse sistema de drenagem deve propiciar movimentação rápida das águas, de modo a interferir no ciclo biológico do mosquito. Para melhor detalhamento ver capítulo 5.

b) petrolagem

É um método destinado a impedir o desenvolvimento das larvas nos criadouros, destruindo-as pela aplicação de derivados de petróleo sobre a superfície das águas.

A petrolagem tem resultados temporários, mas tem a vantagem da possibilidade de ser usada mesmo em pequenas coleções de água.

As experiências têm demonstrado que a toxidez do petróleo está relacionada diretamente à sua volatilidade e inversamente ao seu ponto de ebulição.

No Brasil usa-se óleo diesel e querosene, que se evaporam facilmente e devem ser usados junto com óleo queimado. Pode-se misturar três partes de óleo diesel mais uma parte de óleo bruto.

- Há dois processos de petrolagem:
  - contínuo: repete-se a operação de sete em sete dias, independentemente de pesquisas; e,
  - baseado nas inspeções, verifica-se a presença de larvas e o uso da petrolagem. A dosagem é de 300 litros de óleo por hectare.

Os aparelhos de petrolagem mais simples são os de mochila, cuja capacidade é de 20 litros e são constituídos por uma lata furada, tendo um prego envolvido em algodão que veda parcialmente o orifício, de modo a fazer o óleo pingar gota por gota.

Atualmente se dispõe de outros meios de controle de larvas que impactem menos no ambiente, como os biolarvicidas.

c) emprego de larvicidas

As larvas de *Aedes* são controladas atualmente por larvicida do grupo dos organofosforados (Temphos).

No caso de controle de anofelinos e simulídeos recomenda-se a utilização de biolarvicidas ou reguladores de crescimento.

- São considerados agentes de controle biológico ou biotecnológico:
  - agentes bacterianos: *Bacillus sphaericus* e *Bacillus thuringiensis* que produzem entomotoxinas que ao serem ingeridas pelas larvas, provocam um efeito letal a níveis mínimos;
  - parasitóides: vírus, fungos, etc;
  - peixes larvófagos que auxiliam no combate aos vetores; e
  - hormônios juvenis (inibidores de mudas na fase larvária), reguladores do crescimento.

d) proteção ao homem

- mosquiteiros

Condições necessárias a um bom mosquiteiro:

- tamanho de malha suficientemente pequeno para vedar passagem do mosquito, permitindo apenas a entrada do ar;
- cor branca;
- forma retangular, sem aberturas laterais de entrada;
- pontas dobradas debaixo do colchão.

Antes de escurecer, deve-se abaixar o mosquiteiro, procurando ver, cuidadosamente, se há mosquitos dentro dele.

- véus

Usados como protetor do rosto. Devem ser de filó preto que se mantêm afastados do rosto por uma armação de arame.

- repelentes

São substâncias que passam no corpo para afugentar o mosquito. Seu efeito faz-se sentir somente por algumas horas.

Todo repelente tem um certo grau de toxidade.

A fim de evitar intoxicação aconselha-se empregá-lo somente sobre as partes expostas do corpo, evitando passá-lo nos olhos. As pessoas que vão ao campo devem usar, prioritariamente, camisa de mangas compridas e botas de meio cano, com as barras das calças presas.

- telagem

Não é uma medida de controle direto ao mosquito, mas de proteção ao homem, sendo muito importante e eficiente no controle das moléstias transmitidas por mosquitos e moscas.

A telas deverão ter fios homogêneos de 0,3mm de diâmetro e malhas de forma quadrada, em n° de 16cm a 18cm. Deverão ser colocadas em todas as aberturas por onde os mosquitos possam entrar. As portas deverão ser duplas, uma externa telada abrindo para fora e outra interna abrindo para dentro. Assim haverá sempre uma fechada, ao entrarem ou saírem pessoas de casa, impedindo a passagem de mosquitos.

As janelas podem ser teladas com caixilhos fixos e as do tipo guilhotina devem ter as telas fixadas por meio de painéis externos. Atualmente as telas plásticas de náilon são mais empregadas graças ao menor custo. Devem ser periodicamente inspecionadas e limpas com jatos de ar, preferivelmente, ou com escova macia, tendo-se cuidado para não danificá-las.

6.2.1.3. Piolhos

São insetos pequenos e achatados no sentido dorsoventral; hematófagos e parasitas permanentes e obrigatório dos mamíferos, vivendo exclusivamente do sangue que sugam dos parasitados.

Dois gêneros parasitam o homem: *Pediculus* e *Pthiurus*. As espécies *Pediculus humanus humanus,* ou piolho da cabeça, e o *Pediculus humanus corporis*, ou piolho do corpo, são morfologicamente semelhantes diferindo apenas no tamanho, o primeiro é menor que o segundo.

O piolho da cabeça põe seus ovos junto à base dos fios de cabelo, enquanto o do corpo deposita-os nas fibras de tecidos da roupa que fica em contato com a pele. Cada ovo fica aderido ao pêlo ou fibras por uma substância cimentante produzida pelas fêmeas. Os ovos são comumente conhecidos por "lêndeas".

A infestação por piolhos chama-se pediculose e provoca em alguns pacientes hipersensibilidade cutânea à saliva e às dejeções desses insetos.

Nas infestações por *Pediculus humanus* as lesões aparecem no couro cabeludo e, principalmente na nuca, sendo mais freqüentes em crianças.

O *Pediculus humanus corporis* produz lesões nos ombros, regiões axilares, cintura, região glútea e coxas.

A infecção secundária das lesões cutâneas pode levar à produção de impetigo, furunculose e eczemas.

Essa parasitose é característica da falta de higiene e transmitem-se por contato direto ou por intermédio de roupas do corpo, roupa de cama (para o piolho do corpo) e uso de chapéus, pentes e escovas (para o piolho da cabeça).

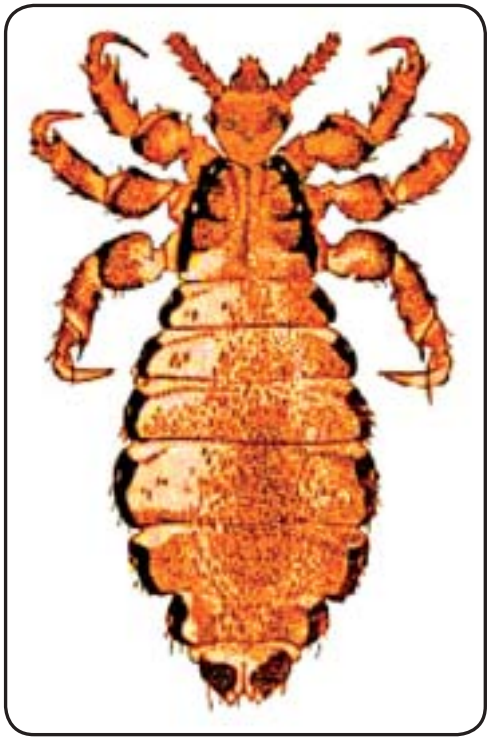
A espécie *Pthiurus pubis* parasita a região pubiana do homem, podendo generalizar-se pelo corpo todo. Transmite-se por contato sexual e raramente por meio de roupas. É vulgarmente conhecido como "chato" e é menor que o *Pediculus* e não tem o corpo alongado. As pernas têm fortes garras para fixação do parasita nos pelos dos hospedeiros, onde são cimentados os ovos. Destes saem ninfas que sofrem várias mudas antes de chegarem à fase adulta de machos e fêmeas.

a) doenças transmitidas por piolhos:

- tifo exantemático: o agente etiológico é um microorganismo da espécie *Rickettsia prowazeki*. A forma clínica apresenta quadro agudo de febre, calafrios, cefaléia, dores no corpo e prostação. A duração da doença é de duas a três semanas. Os pacientes que se recuperam ficam com imunidade permanente;
- febre das trincheiras: transmitida pela *Bartonella quintana*, que apresenta febre, calafrios, mas com tendência a declinar e reaparecer cada três a cinco dias (daí o nome de quintana, de quinto). No período febril aparece um exantema, com evolução benigma.
- febre recorrente: são devidas às espiroquetídeos do gênero *Borrelia*, espécie *Borrelia recurrentis*.

As orientações, principalmente com produtos químicos, sobre a eliminação dos piolhos deverão ser obtidas junto aos Serviços Locais de Saúde.

Figura 122 — Piolho *(Pediculus humanus)*



6.2.1.4. Pulgas

São insetos hematófagos na fase adulta e desprovidos de asas. Vivem na superfície cutânea dos animais que parasitam, seja como ectoparasitas ou como micropredadores. Têm o corpo achatado em sentido lateral e o terceiro par de patas mais longo e mais forte que os demais, o que lhes permite dar saltos consideráveis, passando, assim, de um hospedeiro para outro.

A espécie comum — *Pulex irritans* — pode produzir reações cutâneas em pessoas sensíveis.

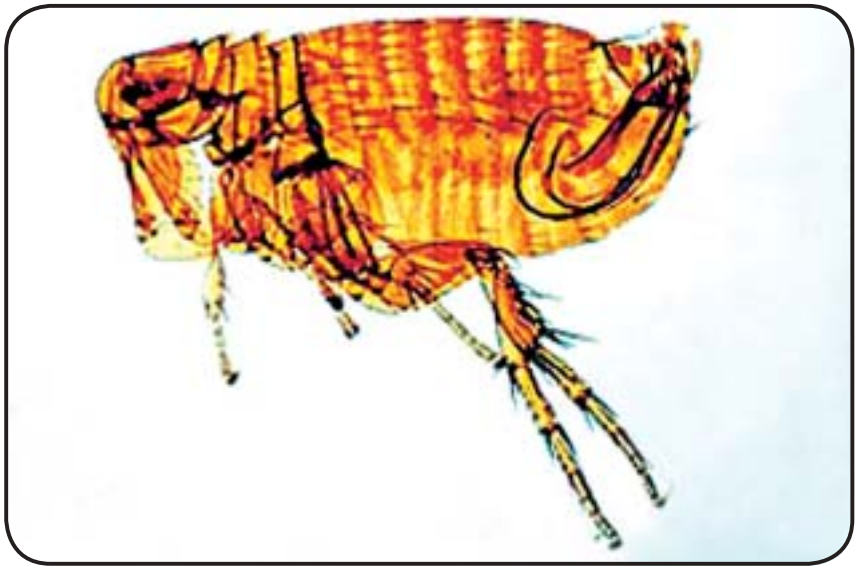
A espécie *Xenopsylla cheopis* é a responsável pela transmissão da *Pasteurella pestis* (agente da peste bubônica) entre os ratos e destes para o homem. Transmite também entre os ratos a *Rickettsia prowazeki*, agente etiológico do tifo exantemático.

As fêmeas das pulgas do gênero *Tunga*, vulgarmente conhecidas como "bicho-de-pé", são parasitas fixos e não itinerantes como as demais espécies.

Em caso de epidemia, de peste entre os ratos, que resulta sempre em mortalidade, recomenda-se despejar gasolina em círculo ao redor do rato encontrado morto, em um raio de 50cm a 70cm e atear fogo para evitar que as pulgas fujam. Usando esta técnica, deve-se ter cuidado para evitar acidentes e queimaduras.

Para o controle das pulgas tem sido utilizados os inseticidas do grupo dos piretróides e organofosforados.

Figura 123 — Pulga *(Xenopsylla cheopis)*



6.2.1.5. Barbeiros

São insetos dotados de dois pares de asas, pertencentes à família *Reduviidae* (Hemíptera: *Triatominae),* cabeça estreita, tromba robusta, curva, sob a cabeça, dentro do sulco estridulado do prosterno e de hábitos hematófagos, se alimentando no período noturno e encontrados em várias espécies no Continente Americano, desde a Argentina até o Sul dos Estados Unidos. Seus hábitos são variados; uns são silvestres e outros adaptam-se ao convívio domiciliar. Encontram-se abrigados em casas com frestas, sendo mais vulneráveis nas de pau-a-pique (taipe, estuque, etc). Apresentam resistência a situações diversas, suportando jejum prolongado e ambientes secos.

São importantes como transmissores do *Tripanosoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas, e que tem como reservatórios naturais o homem doente, os animais domésticos (cão, gato) e os animais selvagens (raposa, tatu, gambá, etc.).

O triatomíneo (barbeiro), ao picar um indivíduo ou um animal doente, sugando-lhe o sangue, ingere, com este, o protozoário que sofre diversas mudas no trato intestinal do inseto até chegar a sua forma infectante. Ao sugar o indivíduo sadio defeca próximo à picada e a forma infectante, que eliminou com as fezes, penetra no indivíduo através do orifício dessa picada ou por outra lesão existente ou ainda através da mucosa. O leve prurido que a picada produz leva o indivíduo a coçar-se, o que facilita a penetração da forma infectante. Esta forma sofre um série de transformações na corrente sanguínea do indivíduo, podendo chegar ao coração ou à parte posterior do intestino, causando a doença na forma cardíaca ou digestiva.

O controle do triatomíneo pode ser efetuado por inseticidas dos grupos organofosforados e piretróides.

Figura 124 — Barbeiro *(Triatoma infestans)*

6.2.1.6. Percevejos

São hemípteros da família *Cimicidae*, caracterizados pelo corpo achatado e oval, com odor desagradável. São insetos de hábitos noturnos, escondendo-se durante o dia em fendas e orifícios das paredes, dos assoalhos e móveis; camas, principalmente. À noite saem para sugar sangue das pessoas adormecidas. Como os triatomíneos, os percevejos suportam jejum prolongado; mas na falta de sangue humano, picam ratos, morcegos e outros mamíferos.

Diferentemente dos "barbeiros", os percevejos sofreram atrofia das asas, conservando apenas patas anteriores. Suas picadas podem produzir reações cutâneas graves nas pessoas mais sensíveis apresentando quadro de urticária.

Quanto à transmissão de doenças, não parecem ter importância epidemiológica, embora tenham sido encontrados infectados pela *Rickettsia rickettsii,* agente da febre maculosa.

São controlados com relativa facilidade pela aplicação de inseticidas nas camas e frestas de móveis ou de paredes.

Figura 125 — Percevejo *(Cimex lectularius)*

6.2.1.7. Baratas

Pertencem à ordem *Blattaria* e representam o grupo de insetos mais antigos e de maior capacidade de adaptação encontrado na face da Terra, com mais de 3.500 espécies conhecidas.

As baratas têm importância sanitária na transmissão de doenças gastrintestinais, quer pelo transporte mecânico de bactérias e parasitas da matéria contaminada para os alimentos, quer pela eliminação de suas fezes infectadas. Podem, ainda, transmitir doenças do trato respiratório e outras de contágio direto, pelo mesmo processo. As espécies de importância são a *Blattela germanica, Blatta orientalis, Periplaneta americana* e *Blatta brunella.*

Sob o aspecto econômico, provocam estragos em alimentos, roupas, livros, bebidas fermentáveis, etc.

Seu ciclo evolutivo é adulto-ovo-ninfa. A barata jovem é semelhante à adulta sendo apenas menor que esta. A fêmea deposita as cápsulas portadoras de ovos sobre as paredes ou frestas, que eclodem após 38 a 49 dias.

Algumas medidas eficientes para seu controle são:

- construção de prédios apropriados sem frestas e facilidades de abrigos;
- todas as partes acessíveis à limpeza, ralos de esgoto, caixa de gordura e inspeção, convenientemente sifonadas e bem vedadas.

O controle químico é prejudicado pela rápida aquisição de resistência. Entretanto, emprega-se, com sucesso, as soluções de inseticidas do grupo dos piretróides.

As baratas apreciam muito os líquidos fermentáveis, especialmente a cerveja; assim, pode-se fazer a captura dos adultos colocado-se produto como o bórax, nesses líquidos, dentro de recipientes. Deve-se ter cuidado com o bórax, marcando-o e o deixando fora do alcance das crianças.

Figura 126 — Modo de transmissão de doenças

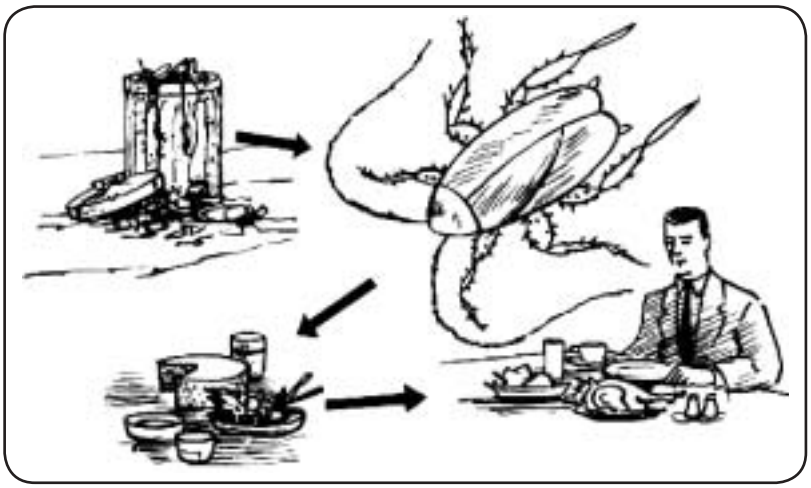
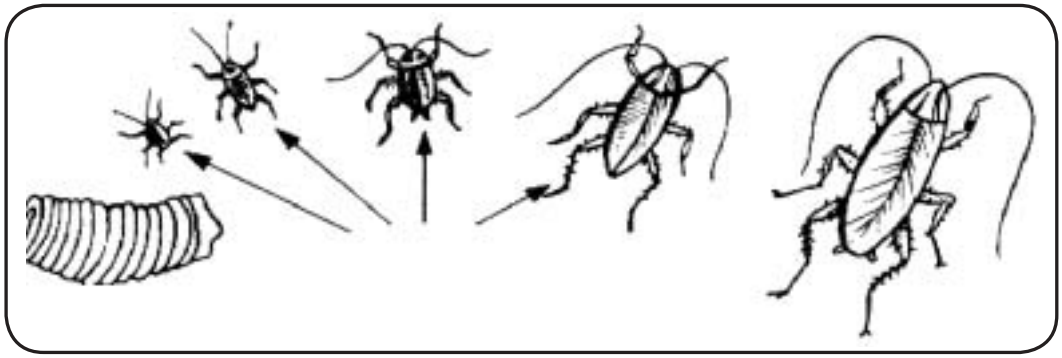


Figura 127 — Ciclo evolutivo da barata



6.2.2. Aracnídeos

A classe dos aracnídeos compreende os artrópodos que possuem quatro pares de patas, dois pares de peças bucais (quelíceras e pedipalpos) e de hábito terrestre. São eles as aranhas, escorpiões, pseudo-escorpiões, escorpiões vinagre, salpúgidos, carrapatos, ácaros e outros grupos de menor representatividade.

a) aracnídeos de interesse sanitário

- aranhas. Exemplo: *Loxosceles sp, Phoneutria sp* (Aranae: *Araneidae*);
- sarcopta. Exemplo: *Sarcoptes scabiei* (Acarina: *Sarcopitidae*);
- carrapatos. Exemplo: *Amblyomma cajanneense* (Acarina: *Acaroidae*);
- escorpiões. Exemplo: *Tityus serrulatus* (Scorpiones: *Scorpionidae*);

- Aranhas

Inoculam o veneno por meio de suas picadas. Os casos fatais são raros e assim mesmo só ocorrem em pessoas de pouco peso, debilitadas ou em más condições físicas.

Entre as aranhas que causam acidentes com maior freqüência, as espécies que têm maior importância são as seguintes:

- *Loxosceles gaucho e L. intermédio*: sua picada produz dor local, que aumenta gradativamente, acompanhada de edema, rubor, equimose regional e finalmente necrose do local;
- *Phoneutris nigriventer*: produz dor imediata e muito intensa no local da picada e ocasionalmente, se verifica rubor e edema no local;
- Viúva negra (*Latrodectus curacariensis*): dor local imediata e muito intensa, dores musculares, náuseas, vômitos, dificuldade de visão, podendo levar o indivíduo à morte por choque;

O controle das aranhas deve ser buscado limpando-se sistematicamente o domicílio e peridomicílio (evitando-se entulhos) e também pela aplicação de inseticidas nos locais que servem de esconderijo e criadouro.

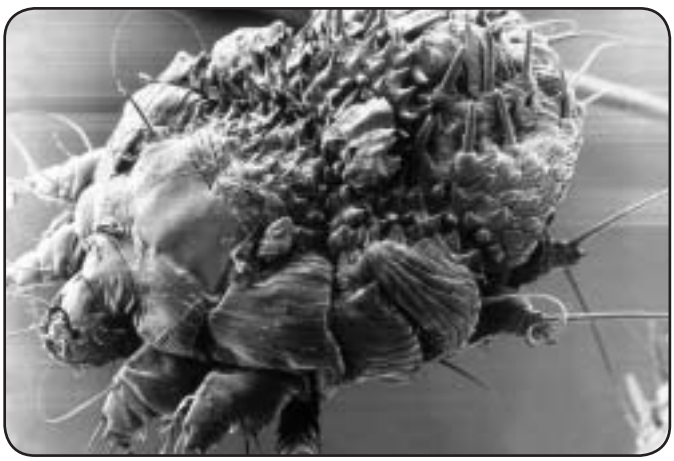
Figura 128 — "Viúva Negra" *(Latrodectus sp)*

- sarcoptas

O *Sarcoptes scabiei* é o agente etiológico da sarna ou escabiose. As fêmeas vivem em galerias ou túneis cavados na pele, onde depositam os ovos. São parasitas permanentes e obrigatórios, localizando-se de preferência onde a pele é mais fina: espaços interdigitais, face anterior do antebraço, dobra do cotovelo, axilas, órgãos genitais, seios, nádegas e faces internas das coxas. Em grandes infecções pode atingir o corpo todo, exceto o rosto. A transmissão da sarna dá-se pela passagem da fêmea fecundada, seja por contato corporal, seja por meio de roupas do corpo ou da cama, preferencialmente à noite, quando é maior a atividade dos parasitas A doença caracteriza-se por coceiras intensas. É tratada com loções ou pomada compostas de elementos capazes de destruir o parasita, sob orientação médica.

O importante para o controle do artrópodo é a higiene pessoal. Em casos de epidemia, a roupa deve ser lavada em água quente. Para orientações terapêuticas do indivíduo deve-se procurar os serviços locais de saúde.

Figura 129 — Sarcopta *(Sarcoptes scabiei)*



- carrapatos

São arredondados e achatados no sentido dorsoventral estando a cabeça e o torax fundidos em uma só peça. Os dentes são recurvados, permitindo sua fixação no hospedeiro, ao picar para sugar o sangue. São responsáveis pela transmissão de algumas riquetsioses.

O combate aos carrapatos é feito pela aplicação de substâncias carrapaticidas nos animais domésticos, especialmente o gado e os cavalos.

Figura 130 — Carrapato *(Amblyomma cajennense)*

- escorpiões

Embora os escorpiões não sejam vetores de doenças, inoculam veneno que de acordo com a espécie pode ser fatal. Todavia, sua abordagem pelo saneamento se dá por serem encontrados em entulhos de obras e outros objetos de forma desorganizada no peridomicílio e domicílio.

Em certas espécies, cujo veneno é do tipo menos tóxico, os sintomas após a ferroada consistem numa dor repentina e aguda, seguida de uma dormência na área atingida, que logo se torna edemaciada. Esses sintomas passam após uma ou duas horas, sem maiores conseqüências.

Os escorpiões considerados venenosos são os *Tityus serrulatus* "escorpião amarelo", de hábito domiciliar e o *Tityus bahiensis* "escorpião marrom", que vive mais nos campos, cerrados e matas poucos densas. O veneno dessas espécies apresenta qualidades neurotóxicas.

Para o controle do escorpião devem ser contatados os serviços locais de saúde para as devidas orientações e formas apropriadas de expurgo. Cuidados devem ser tomados quanto a limpeza e higiene do peridomicílio e domicílio.

Figura 131 — Escorpião amarelo *(Tityus Serrulatus)*

6.3. Uso de inseticidas no controle de artrópodos

6.3.1. Requisitos para um bom inseticida:

- pouca toxidez para o homem e os animais;
- eficácia no combate a grande variedade de insetos de mesmo hábitat ou hospedeiros comuns;
- propriedade residual de longa duração;
- baixo custo;
- capacidade de emprego em fórmulas diversas;
- facilidade de utilização;
- não ser repulsivo para o homem;
- efetividade em doses baixas;
- resistência à umidade, à temperatura e à luz;
- ter material orgânico sintético como base e não estar sujeito a variações em sua composição e em sua atividade biólogica.

6.3.2. Tipos de inseticidas:

- Quanto à toxidade podem ser:

  a) tóxicos por via respiratória:

  - modo de ação: entram no organismo do inseto e são transportados até o sistema respiratório.
  - uso: muito empregados como praguicidas com fins especiais, mas não como larvicidas.

b) tóxicos por via digestiva:

- modo de ação: devem ser ingeridos pelos insetos e absorvidos pelo seu sistema digestivo.
- uso: é utilizado como praguicidas para fins especiais, mas não mais como larvicidas.

c) tóxicos por contato:

- modo de ação: atravessam a parede do corpo do inseto.
- quanto à composição química:
  - ✓ inorgânicos: não são usados como larvicidas; alguns, como os compostos de mercúrio, contaminam o ambiente.
  - ✓ naturais/orgânicos:
    - ➢ Produtos extraídos de petróleo:
      - modo de ação: são tóxicos e sufocam.
      - uso: amplamente usados como larvicidas
    - ➢ Piretro:
      - modo de ação: veneno neuromuscular.
      - uso: como ação larvicida.
    - ➢ Alcalóides:
      - modo de ação: veneno neuromuscular
      - uso: alguns são usados como praguicidas.
  - ✓ Sintéticos

6.3.3. Compostos organoclorados:

Constituem o grupo químico de inseticidas pioneiro, largamente utilizado no controle de artrópodos. A maioria dos compostos deste grupo foi desenvolvido entre as décadas de 1940 e 1950, e deriva do cloro, hidrogênio, carbono, e eventualmente de oxigênio. Atuam por ingestão de contato, e por mecanismos não muito bem esclarecidos, bloqueando a transmissão dos impulsos nervosos. Estes compostos têm persistência no meio ambiente, principalmente no solo. No caso de intoxicação o tratamento é sintomático. Em diversos países e no Brasil estão proibidos para as atividades de agricultura e saúde pública.

- Modo de ação: veneno neuromuscular, onde a maioria atua como veneno estomacal, por contato e fumigantes.
- Uso: muito limitado e não como larvicidas. É proibido em virtude do efeito acumulativo no ambiente e em organismos que intervem na cadeia alimentar.

6.3.4. Compostos organofosforados

Formados por moléculas orgânicas contendo ésteres do ácido fosfórico, constituindo o mais amplo e diverso grupo conhecido de inseticidas até o momento. Desenvolvidos na década de 1940, foram os primeiros a substituir os representantes do grupo dos organoclorados. A ação dos organofosforados se dá por contato e ingestão, pela inibição das enzimas colinesterases (chE), causando o bloqueio dos impulsos nervosos, podendo ocasionar a morte. Essa ação também ocorre no homem pelo seu manuseio durante a aplicação, exigindo o monitoramento constante da colinesterase nos aplicadores.

Os organofosforados são bastante tóxicos aos insetos, sem no entanto apresentar ao ambiente o mesmo grau de persistência dos organoclorados. São substâncias lipossolúveis. Há antídotos específicos para os casos de intoxicação.

- Modo de ação: inibem a colinesterase, obstruindo a transmissão de impulsos nervosos.
- Uso: amplamente usados contra insetos adultos e como larvicidas.

6.3.5. Carbamatos

Compostos derivados do ácido carbâmico, desenvolvidos no final da década de 1950 e início da década de 1960, com ação de contato e ingestão. São inibidores de colinesterase (chE), embora por mecanismo diverso dos organofosforados. Há antídotos específicos para os casos de intoxicação aguda. Embora sejam compostos lipossolúveis, não apresentam ação acumulativa nos mamíferos.

- modo de ação: semelhante ao dos compostos organofosforados.
- uso: amplamente usados contra insetos adultos e geralmente não são eficazes como larvicidas.

6.3.6. Piretróides

São análogos sintéticos do piretro, embora mais ativos. Introduzidos no mercado em 1976, são os compostos de mais rápida ação na interferência da transmissão do impulso nervoso, e em geral apresentam menor toxidade aos mamíferos do que os organofosforados e carbamatos, sendo que alguns representantes desse grupo podem apresentar caráter sensibilizante. Em casos de intoxicação aguda, o tratamento é sintomático. Os piretróides são hidrossolúveis.

- modo de ação: veneno neuromuscular.
- uso: utilizados contra insetos adultos, mas são também empregados como larvicidas.

6.4. Controle biológico de artrópodos

Atualmente há dificuldades no controle de vetores utilizando-se compostos químicos devido ao aparecimento de resistência. Portanto vem crescendo a importância dos agentes de controle biológico.

Os agentes de controle biológicos são organismos capazes de parasitar ou predar insetos. Entre os principais agentes de controle biológico estão: os vírus, as bactérias, os protozoários, os fungos, os nematódeos, os invertebrados predadores e os peixes.

Quanto ao uso de microorganismos para controle de vetores, existe um gênero de bactérias, *Bacillus*, conhecido como produtor de toxinas entomocidas. A partir de 1977, houve notável avanço com a descoberta e tipificação do *Bacillus thuringiensis var. israelensis,* de alta atividade larvicida para simulídeos e culicídeos de vários gêneros. Também foi o caso do *Bacillus sphaericus*, a partir de 1979, para controle de culicídeos dos gêneros *Anopheles e Culex*, havendo reciclagem destas bactérias no meio ambiente.

O grupo *Bacillus thuringiensis* é formado por esporulados aeróbicos que formam cristais de conteúdo protéico que também são chamados corpos paraspóricos. Estes, contém a delta-endotoxina que é de fato uma protoxina que será ativada após a ingestão pelos insetos susceptíveis, provocando um efeito letal a níveis mínimos.

Quanto ao grupo dos *Bacillus sphaericus*, sabe-se que seus hospedeiros são os culicídeos, sendo os demais grupos animais provavelmente refratários.

Demonstrou-se que a atividade do *Bacillus sphaericus* 1593 é potente sobre espécies dos gêneros *Culex e Anopheles*, em fase larval, sendo variável ou reduzida sobre as de *Aedes*. Ocorre na ingestão larval uma liberação de toxinas dos esporos, com morte da larva rapidamente. Posteriormente, os esporos germinarão nas larvas mortas e haverá uma nova geração de esporos, proporcionando uma reciclagem. Esta também pode ocorrer simplesmente em condições saprófitas de águas poluídas.

6.5. Referências bibliográficas

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos.* Brasília, 1998. 131 p.

FORATINI, O. P. *Entomologia Médica — 4. Vol.* São Paulo : Edusp, 1973. 658 p.

REY, L. *Parasitologia* . Rio de Janeiro : Guanabara-Koogan, 1973. 695 p.

ROTRAUT, A G. B., OLIVEIRA, R. L. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.* Rio de Janeiro : Editora Fiocruz, 1998. 228 p.

STORER, T. I. *General Zoology.* 2. ed. New York : McGraw-Hill, 1951. 832 p.

VILEE, C. A, WALKER Jr, W. F, BARNES, R. D. *Zoologia geral.* 6. ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara, 1988. 683 p.

Capítulo 7

Controle de roedores

7.1. Generalidades

A luta contra os roedores é um desafio permanente e histórico da humanidade. Os métodos de exploração da natureza desenvolvidos pelo homem, favorecem a instalação e proliferação de roedores.

Embora a maioria das espécies de roedores viva em ambientes silvestres num perfeito equilíbrio com a natureza e fazendo parte da cadeia alimentar de espécies predadoras (aves de rapina, cobras, lagartos), algumas espécies de roedores adaptaram-se melhor às condições ambientais criadas pelo homem, sendo considerados roedores sinantrópicos comensais. Estas espécies, diferente dos roedores silvestres vivem próximas ao homem, principalmente o murídeos (*Rattus* e *Mus*), onde encontram água, abrigo e alimento para sobreviver.

Os roedores são dotados de uma extraordinária adaptabilidade, podendo sobreviver e proliferar em condições adversas nos mais variados ambientes. São extremamente habilidosos e resistentes, tornando-se necessário um conhecimento aprofundado de sua biologia e comportamento, a fim de serem controlados de uma forma efetiva.

7.2. Importância econômica e sanitária

Os roedores causam enormes prejuízos econômicos ao homem, inutilizando em torno de 4% a 8% da produção nacional de cereais, raízes e sementes. Os prejuízos causados pelo roedor aos alimentos de consumo humano e animal se dá pela ingestão e estragos em rações e farelos, bem como pela quebra parcial de grãos, pelas roeduras. Nos campos, destroem as sementes recém-plantadas e atacam os cereais, tanto na espigagem como depois de colhidos e armazenados Desta forma, podem devastar culturas de arroz, trigo, milho, cacau e cana-de-açucar.

Em virtude de ao seu hábito de roer, estes animais podem também causar graves acidentes, em conseqüência dos danos que causam às estruturas, maquinários e materiais, podendo, por exemplo, penetrar em computadores, fios elétricos, cabos telefônicos e ocasionar curtos-circuitos e incêndios.

Além dos prejuízos econômicos, os roedores causam prejuízos à saúde humana, pois são transmissores de uma série de doenças ao homem e a outros animais, participando

da cadeia epidemiológica de pelo menos 30 zoonoses. Leptospirose, peste, tifo murino, hantaviroses, salmoneloses, febre da mordedura, triquinose, são algumas das principais doenças nas quais o roedor participa de forma direta ou indireta.

7.3. Aspectos da biologia e comportamento dos roedores

O hábito de roer é necessário para desgastar seus dentes incisivos, que são de crescimento contínuo. Roem também para vencer obstáculos colocados em seu caminho, geralmente na busca de alimento ou de sítios de instalação da colônia.

São animais de hábito noturno, necessitando de habilidades sensoriais para se locomover livremente, sair em busca de alimento e fugir de predadores no escuro. Enxergam mal, mas apresentam alta sensibilidade à luz, percebendo variações de claro e escuro. Entretanto, sua habilidade olfativa é muito desenvolvida, mexendo continuamente o seu focinho e cheirando todo o ambiente, assim localizando determinado alimento preferido no meio de outras substâncias de menor interesse ou detectando odores atrativos ou repelentes. Seu paladar apurado e sua memória para gostos permitem que detecte pequenas quantidades de substâncias tóxicas no alimento, uma vez experimentado tal sabor.

A audição do rato é um de seus sentidos mais desenvolvidos, pois reage a qualquer barulho repentino e também ao ultra-som, ajudando a detectar e escapar do perigo com muita antecedência. Entretanto, o tato é o sentido mais desenvolvido; suas vibrissas (bigodes) estão em contínuo movimento, em contato com o chão, muros ou objetos próprios, auxiliando a orientação do animal. Longos pêlos tácteis ou sensitivos espalhados por seu corpo, quando em contato com superfícies verticais, auxiliam, também, na sua orientação.

Em caso de perigo iminente, o comportamento de fuga se alastra em cadeia na colônia, sem que a causa real da ameça seja percebida por todos, bastando que um primeiro animal perceba o perigo e inicie o movimento de fuga, sendo em seguida imitado pelos demais.

Os roedores vivem em colônias ou agrupamentos, cujo número varia conforme as condições ambientais do território.

7.4. Espécies de roedores de interesse sanitário

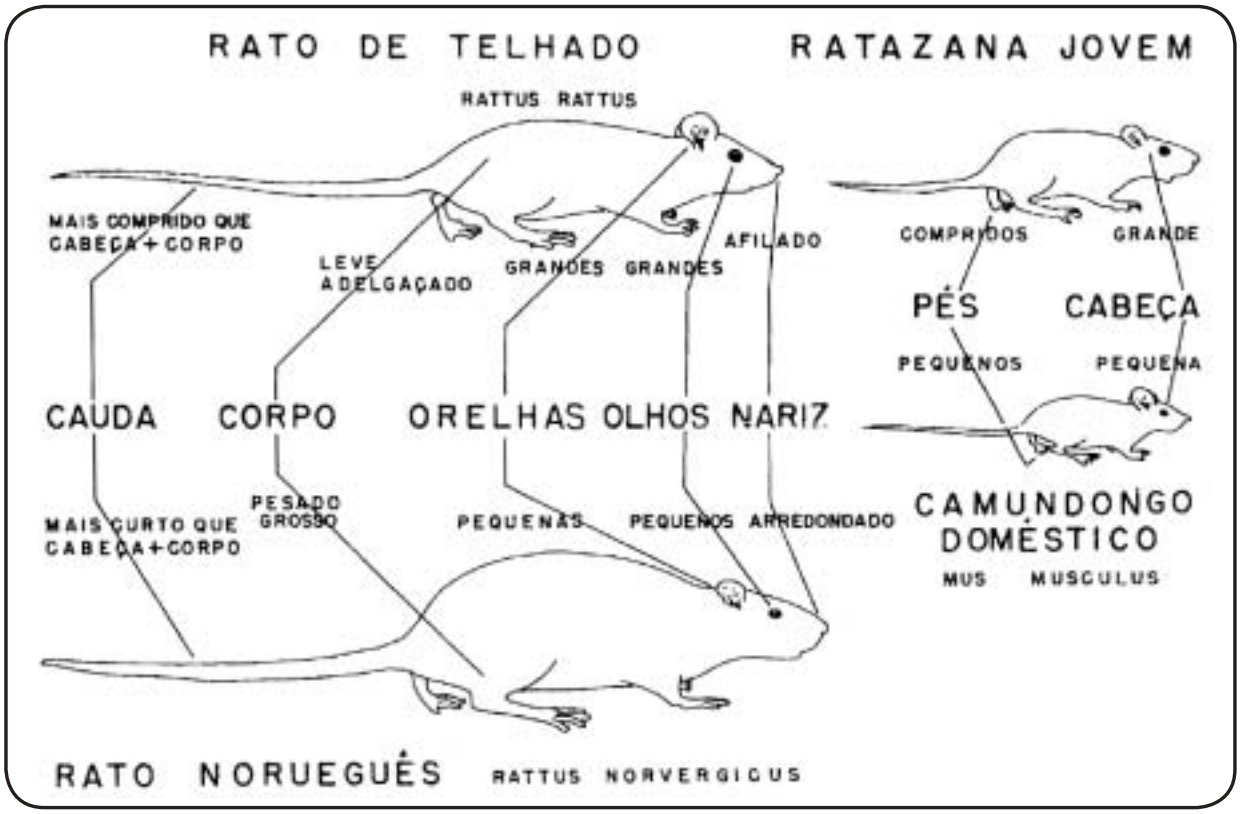
As espécies sinantrópicas comensais, a ratazana (*Rattus norvegicus*), o rato de telhado (*Rattus rattus*) e o camundongo (*Mus musculus*), são particularmente importantes do ponto de vista sanitário.

A identificação da espécie de roedor infestante é fundamental no sucesso das ações de controle, considerando também que mais de uma espécie pode estar presente no local de infestação, embora sendo relativamente raro. Algumas características físicas, biológicas e morfológicas de cada espécie são citadas no quadro 31.

Quadro 31 — Espécies de ratos de importância sanitária

Comportamento/ Característica	Ratazana *Rattus norvegicus*	Rato de telhado *Rattus rattus*	Camundongo *Mus musculus*
Peso	150g. a 600g.	100g. a 350g.	10g. a 25g.
Corpo	Robusto	Esguio	Esguio
Comprimento Corpo+Cabeça	22cm	20cm	9cm
Cauda	16cm a 25cm	19cm a 25cm	7cm a 11cm
Orelhas	Relativamente pequenas, normalmente meio enterradas no pêlo: 20mm-23mm	Grandes e proeminentes, finas sem pêlos: 25mm a 28mm.	Proeminentes, grandes para o tamanho do ani-mal.
Focinho	Rombudo	Afilado	Afilado
Fezes	Em forma de cápsula comm extremidades rombudas.	Fusiformes	Em forma de bastonetes.
Hábitat	Tocas e galerias no subsolo, Beira de córregos, lixões, interior de instalações, mais comumente fora do domicílio.	Forros, sótãos, paióis, silos e armazéns podem viver em árvores, mais comuns no interior do domicílio.	Móveis, despensas, armários, geralmente no interior do domicílio.
Habilidades físicas	Hábil nadador Cava tocas no solo	Hábil escalador Raramente cava tocas	Hábil escalador Pode cavar tocas
Raio de ação	Cerca de 50m	Cerca de 60m	Cerca de 3m a 5m
Alimentação	Omnívoro Prefere grãos, carnes, ovos e frutas.	Omnívoro Preferência por legumes, frutas e grãos.	Omnívoro Preferência por grãos e sementes.
Neofobia	Apresentam neofobia marcada em locais pouco movimentados.	Apresentam marcada neofobia.	Possuem hábito exploratório (neofilia).
Trilhas	Junto ao solo, próximos das paredes, sob forma de manchas de gordura. Quando ao ar livre, apresentam trilhas no solo devido ao desgaste da vegetação. Presença de pegadas, fezes e pêlos.	Manchas de gordura junto ao madeirame de telhados, tubos e cabos. Presença de pêlos e fezes.	São de difícil visualização, mas podem ser observadas manchas de gordura junto aos rodapés, paredes e orifícios por onde passam.
Gestação	22 a 24 dias	20 a 22 dias.	10 a 21 dias.
Ninhadas/Ano	8 a 12	4 a 8	Esguio
Filhotes/Ninhada	7 a 12	7 a 12	3 a 8
Idade de desmame	28 dias	28 dias	25 dias
Idade de maturidade sexual	60 a 90 dias	60 a 75 dias	42 a 45 dias
Vida média	12 meses	12 meses	12 meses

Figura 132



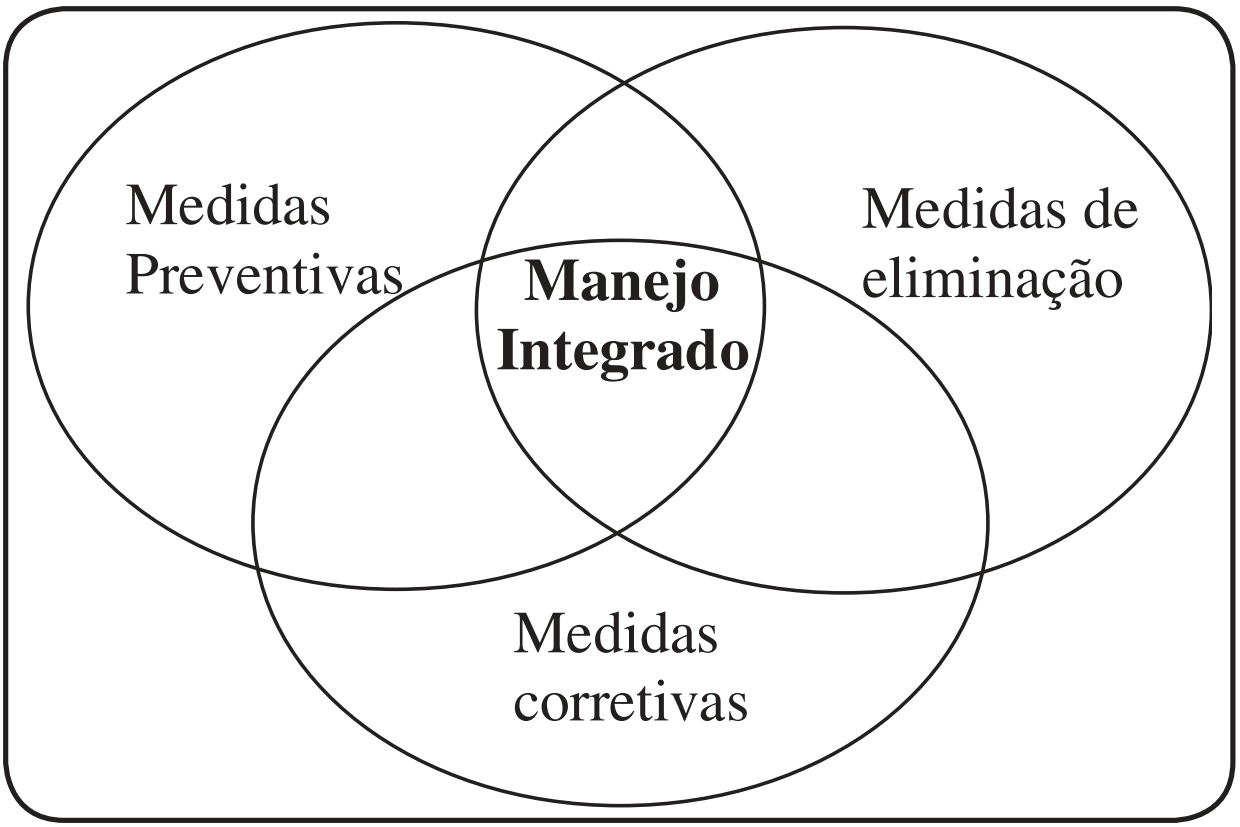
7.5. Sinais indicativos da presença de roedores

Por apresentarem hábitos noturnos, a presença de roedores muitas vezes passa desapercebida; porém, há sinais ou indícios que indicam infestação por roedores num local, tais como a presença de fezes, tocas, ninhos, trilhas de roedores, manchas de gordura nos locais onde passa, odor característico da urina, presença de ratos vivos ou mortos.

7.6. Controle de roedores

O controle de roedores sinantrópicos se baseia, atualmente, no manejo integrado, isto é, no conhecimento de biologia, hábitos comportamentais, habilidades e capacidades físicas do roedor associado ao conhecimento do meio ambiente onde estão instalados. Desta forma, compreende um conjunto de ações voltadas ao roedor a ser combatido, mas também sobre o meio ambiente que o cerca, praticados de forma simultânea, permitindo o seu controle.

Figura 133



- As diferentes fases contidas no manejo integrado de roedores são:
  - inspeção: consiste na inspeção da área a ser controlada, buscando-se levantar informações e dados a respeito da situação encontrada, para melhor conhecer e orientar as medidas que virão à seguir;
  - identificação: consiste na identificação da(s) espécie(s) infestante(s), o que fornecerá, pelo conhecimento de sua biologia e comportamento, orientações a respeito do controle a ser estabelecido;
  - medidas Corretivas e Preventivas (anti-ratização): é o conjunto de medidas que visam dificultar ou até mesmo impedir a penetração, instalação e a proliferação de roedores. Basicamente, compreende a eliminação dos meios que propiciem aos roedores acesso ao alimento, abrigo e água. Compreende, também, as ações de informação, educação e comunicação social à população envolvida na problemática roedor.

Para que as ações de anti-ratização sejam viabilizadas, é necessário agilizar os serviços de coleta de lixo, aprimorar a utilização de aterros sanitários, conforme citado nesse manual, aperfeiçoar a legislação sanitária e promover o envolvimento e participação da comunidade nas atividades de prevenção e controle, melhorando, deste modo, as condições de vida e moradia da população.

Quadro 32

Medidas de controle de roedores, nas áreas urbanas				
nº de ordem	Referência	Condições encontradas	Ações necessárias	Indicação
1	Construção.			
1.1	Subsolo e sótão.	Porões e áreas (utilizadas para depósito e outras finalidades) favoráveis a esconderijos.	Vedar aberturas que propiciem entrada de ratos. Eliminar os possíveis esconderijos.	Anti-ratização. Desratização.
1.2	Pisos e paredes.	Não compactado; com material escavado; com vãos, rachaduras, buracos, paredes duplas, remendos, etc.	Reconstruir com material maciço.	Anti-ratização. Desratização.
1.3	Teto.	Sem forro, com aberturas. Com forro em material não maciço, com vãos ou buracos.	Reformar. Proteger contra a entrada de roedores. Telar as aberturas de ventilação.	Anti-ratização. Desratização.
1.4	Portas.	Com vãos, aberturas e outras danificações.	Colocar chapa metálica para eliminar o vão entre a porta e a soleira. Vedar outras aberturas existentes.	Anti-ratização. Desratização.
1.5	Janelas.	Com vãos, aberturas e outras danificações.	Corrigir os defeitos existentes e telar as janelas, principalmente as dos depósitos de gêneros alimentícios.	Anti-ratização. Desratização.
2	Terrrenos.			
2.1	Topografia.	Acidentes geográficos que favorecem a formação de abrigos para os ratos.	Inspecionar e corrigir, quando possível.	Anti-ratização. Desratização.
2.2	Área Verde.	Mato, jardins mal cuidados, plantas que servem de abrigos a ratos, arborização junto à construção.	Capinar, aparar os gramados e as plantas, podar os galhos junto às construções e limpar a área peridomiciliar. Recolher os frutos caídos no solo. Evitar uso abundante de plantas espinhosas em projetos de paisagismo.	Anti-ratização. Desratização.

Medidas de controle de roedores, nas áreas urbanas				
nº de ordem	**Referência**	**Condições encontradas**	**Ações necessárias**	**Indicação**
2.3	Depósito de materiais diversos.	Materiais jogados ou acumulados no solo ou junto a paredes, servido de abrigo para os ratos.	Removê-los ou mantê-los afastados do chão, de paredes e de outros objetos.	Anti-ratização.
2.4	Terreno Baldio.	Exposição de entulho e lixo.	Removê-los e não vasá-los. Cercar o terreno.	Desratização. Anti-ratização. Obedecer as normas existentes.
2.5	Lixão.	Despejo de lixo bruto, a céu aberto.	Depositar o lixo em aterros sanitários.	Desratização. Anti-ratização. Obedecer as normas existen≠tes.
3	Instalação			
3.1	Esgotos.	Rede pública: coletores, tubulações, caixas, ralos e vasos danificados.	Inspecionar e reparar a rede. Fixar telas metálicas de malha de 6mm nos ralos de acesso à rede.	Desratização. Anti-ratização. Obedecer as normas existentes.
		Rede particular: fossas e sumidouros abertos ou estourados.	Inspecionar, esgotar, reparar ou reconstruir.	Desratização. Anti-ratização.
3.2	Lixo.	Lixeiras de prédios, com portas danificadas ou abertas, e não ajustadas; com pisos e paredes não compactados e impermeabilizados, sem limpeza; com ralos sem tampa.	Reparar e/ou lacrar as lixeiras	Seguir o código de Postura. Introduzir normas visando eliminar os tubos coletores de lixo nos prédios.
		Acondicionamento e disposições impróprias.	Acondicionar em sacos plásticos ou recipientes metálicos com tampas e suspensos. Dispor o lixo para a coleta nos horários e locais previstos pelo Serviço de Limpeza Urbana. Recolher as sobras de coleta pública, reacondicionando-as conforme explicação.	Anti-ratização. Desratização.

Medidas de controle de roedores, nas áreas urbanas				
nº de ordem	**Referência**	**Condições encontradas**	**Ações necessárias**	**Indicação**
3.3	Água.	Hidrômetro danificado; instalações com vazamento; caixas abertas.	Reparar.	Anti-ratização. Desratização.
3.4	Eletricidade e rede telefônica.	Caixas, equipamentos e tubulações abertas ou danificadas. Fiação desprotegida.	Inspecionar e reparar. Vedar as entradas das fiações com telas metálicas de 6mm e removível, se possível.	Anti-ratização. Desratização.
4	Conservação do prédio, das instalações e do terreno.	Materiais e instalações sujas, mofadas, em decomposição, defeituosas, quebradas ou desativadas.	Periodicamente, efetuar revisão das instalações, remoção de objetos deteriorados, limpeza, reparo e pintura.	Anti-ratização.
5	Gêneros alimentícios.			
5.1	Armazenamento, local de exposição e local de tiragem.	Caixas de mercadorias com ninhos de ratos. Ausência de inspeção permanente das mercadorias. Mercadorias empilhadas no chão. Vazamentos de embalagens de alimentos. Disposição das mercadorias nas prateleiras, facilitando o acesso de ratos. Presença de resíduos de alimentos no piso e nas instalações. Permanência prolongada de mercadorias perecíveis nas prateleiras, estrados, depósitos e instalações de frios. Alimentos de consumo sem cocção, mal ou não protegidos.	Inspecionar as mercadorias antes de armazená-las e vistoriá-las quinzenalmente nos depósitos. Empilhar as mercadorias sobre estrados, afastados da parede. Manter as pilhas separadas umas das outras. Proteger os pés dos estrados com rateiras metálicas. remover os alimentos espalhados; dar destino adequado aos resíduos; planejar o armazenamento e a exposição das mercadorias. Auxiliar os alimentos em recipientes resistentes. Agilizar a renovação das mercadorias danificadas.	Anti-ratização. Desratização. Aplicar as normas existentes.

Medidas de controle de roedores, nas áreas urbanas				
nº de ordem	**Referência**	**Condições encontradas**	**Ações necessárias**	**Indicação**
5.2	Áreas de manipulação e consumo (copa, cozinha, refeitório).	Presença de restos de alimentos nas áreas de manipulação e consumo.	Remover totalmente os resíduos sólidos e evitar que penetrem nas tubulações. Efetuar limpeza diária (varredura, lavagem e desinfecção). Utilizar lixeiras adequadas, com tampas.	Anti-ratização. Desratização. Aplicar as normas existentes.
5.3	Feiras livres e mercados municipais.	Feiras livres e mercados municipais.	Limpeza geral e permanente das áreas e instalações. Utilizar recipientes para lixo individuais (em cada banca, barraca, box) e coletivos (contêiner).	Anti-ratização. Desratização. Aplicar as normas existentes.
5.4	Ambulantes.	Ambulantes.	Conduzir recipientes para lixo, neles recolhendo os restos ou depositando-os nos recipientes coletivos.	Aplicar as normas existentes.
6	Criação de animais ou aves.	Criação de animais ou aves.	Remoção das sobras de ração e alimentos, fezes e objetos acumulados. Proteger as gaiolas para evitar o transbordamento de ração. Armazenar as rações em tambores com tampa ou em caixas afastadas do chão.	Desratização. Anti-ratização.
7	Coleções de água			
7.1	Córregos, riachos e canais	Restos de alimentos, resíduos diversos, lixo e mato.	Desmatamento e limpeza dos leitos e taludes; canalização dos cursos d'água, se possível. Desinfecção das águas de inundação.	Desratização. Anti-ratização. Solicitar dos órgãos competentes as medidas necessárias.
7.2	Lagoas, mangues e outras coleções de água parada.	Restos de alimentos, resíduos diversos, lixo e mato.	Desmatamento, limpeza, aterro ou drenagem.	Desratização. Anti-ratização. Solicitar dos órgãos competentes as medidas necessárias.

Fonte : FNS, 1997.

Quadro 33

Medidas de controle de roedores, nas áreas rurais				
nº de ordem	Referência	Condições Encontradas	Ações Necessárias	Indicação
1	Armazenamento.	Depósito aberto de fácil acesso a ratos. Alimentos expostos.	Proteger o depósito contra entrada de ratos, usando rateiras, telamento, vedação de frestas. Se necessário, montar projeto específico para a reconstrução do depósito. Inspecionar regularmente as estruturas do telhado e outros esconderijos para localizar roedores.	Anti-ratização. Desratização.
2	Peridomicílio e outras áreas externas.	Mato alto: material acumulado; resíduos alimentares; restos de ração animal; abrigo de animais.	Proceder à limpeza geral e capinar. Remover os materiais desnecessários, resíduos e outros objetos.	Anti-ratização. Desratização.
3	Estábulos.	Presença de sobras de ração nos cochos e no chão. Fezes e urina no piso.	Limpeza geral. Remover os materiais. Cimentar o piso. Se possível, não deixar alimentos no cocho durante a noite. Inspecionar regularmente as estruturas do telhado e outros esconderijos para localizar roedores.	Anti-ratização. Desratização.
4	Pocilgas.	Presença de resíduos alimentares e fezes no chão.	Cimentar o piso. Limpar e lavar as instalações, diariamente.	Anti-ratização. Desratização.
5	Aviários e galinheiros.	Presença de ração e esterco.	Limpar as instalações e proteger o aviário contra a entrada de ratos, através de preferência, ficar afastado do solo.	Anti-ratização. Desratização.
6	Lavouras e hortaliças.	Mato alto e alimentos disponíveis; presença de resíduos alimentares; acúmulo de produtos da colheita.	Remover resíduos encontrados. Capinar. Inspecionar a área, para detectar sinais de roedores. Preservar os animais predadores.	Anti-ratização. Desratização.
7	Lixo e esterco (de aves, suínos, bovinos, eqüinos e outros).	Lixo e esterco espalhados no solo, dentro e fora de pocilgas, estábulos, aviários e galinheiros.	Construir e utilizar esterqueiras apropriadas. Queimar ou enterrar o lixo, quando não usados nas esterqueiras.	Anti-ratização. Desratização.

Continuação

Medidas de controle de roedores, nas áreas rurais				
nº de ordem	Referência	Condições Encontradas	Açõesß Necessárias	Indicação
8	Fontes de água.	Cisternas e reservatórios abertos ou sem proteção externa. Fontes naturais de água de abastecimento sem proteção contra ratos e outros animais.	Proteger com telas ou tampas apropriadas, reservatórios, cisternas e outras fontes de abastecimento de água.	Anti-ratização. Desratização
9	Destino final dos dejetos humanos.	Inexistência de fossas ou abertas ou, ainda, sem proteção contra entrada de ratos.	Tampar as aberturas de acesso, as fossas e redes de esgoto, de modo a impedir a entrada de ratos.	Anti-ratização. Desratização

Fonte: FNS, 1997.

- desratização: a desratização compreende todas as medidas empregadas para a eliminação dos roedores, pelos métodos mecânicos (ratoeiras e gaiolas), biológicos, (por exemplo, gatos, outros animais predadores e utilização de bactérias letais aos roedores) e químicos (uso de raticidas).

Essas ações de combate deverão ser acompanhadas de medidas de saneamento e controle ambiental.

Para maior eficiência, a desratização deve ser realizada paralelamente aos trabalhos de limpeza e saneamento, a fim de se evitar a disseminação da população de roedores.

Em áreas endêmicas de peste e tifo murino, recomenda-se aplicar inseticida no local, anterior ou simultaneamente à desratização, evitando, assim, que as pulgas dos ratos mortos, busquem outros hospedeiros, inclusive o homem.

- métodos mecânicos: pelo uso de armadilhas que capturam o animal vivo (incruentas,) como as gaiolas, e as que produzem a morte do animal durante a captura (cruentas). Estas últimas, mais conhecidas como ratoeiras "quebra-costas", são de ótimos resultados contra camundongos, mas limitadas contra ratazanas ou ratos de telhado. O uso de ultra-som e aparelhos eletromagnéticos são também considerados métodos mecânicos.
- métodos biológicos: o uso de cães e gatos como predadores de roedores parece não representar grande perigo aos roedores, pois estes convivem com os mesmos, alimentando-se de seus restos de comida. Em área rural, predadores naturais de roedores como algumas aves, carnívoros e ofídios exercem certa atuação no controle de pequenos roedores. Já a utilização de bactérias patógenas ao roedor como, por exemplo, o uso de produtos raticidas à base de *Salmonella enteritidis* foi proibido nos Estados Unidos em 1920, na Alemanha em 1930 e no Reino Unido em 1960,

pois presume-se que todas as cepas de *Salmonella enteritidis* são patogênicas ao homem; no Brasil, seu uso não é permitido.

- Métodos químicos: raticidas são compostos químicos especialmente estudados, desenvolvidos e preparados para causar a morte do animal.

Quanto à rapidez de efeito, os raticidas podem ser classificados em agudos e crônicos.

a) raticidas agudos: são aqueles que causam a morte do roedor nas primeiras 24 horas após a sua ingestão. Foram proibidos no Brasil, pois são inespecíficos, alguns deles não possuem antídoto e podiam induzir a tolerância no caso de ingestão de subdoses pelos roedores. São raticidas agudos a estricnina, o arsênico, o 1.080 (monofluoracetato de sódio), 1.081 (fluoracetamida), sulfato de tálio, piridinil uréia, sila vermelha, fosfeto de zinco, norbomida, castrix e antu.

b) raticidas crônicos: são os que provocam a morte do roedor alguns dias após a ingestão do mesmo. São largamente utilizados no mundo devido à sua grande margem de segurança e à existência de antídoto altamente confiável, a vitamina K1 injetável. Estes raticidas anticoagulantes podem pertencer a dois grupos:

   - os derivados da indandiona: (pindona, isovaleril indandiona, difacinona e clorofacinona);
   - os derivados da cumarina (hidroxicumarínicos): que são os mais utilizados no Brasil e no mundo. Os hidroxicumarínicos são divididos em dois subgrupos, segundo: sua forma de ação: os de dose múltipla e os de dose única.

• quanto a sua forma de ação:

   - raticidas de dose múltipla (ou de primeira geração)

São aqueles com baixa toxicidade, apresentando efeito cumulativo no organismo, necessitando serem ingeridos mais de uma vez, para que os sintomas de envenenamento apareçam.

Por serem de baixa toxicidade, porém eficazes, são ideais para se manter nos postos permanentes de envenenamento (PPE) durante o ano todo, para controlar ratos invasores em áreas indenes sob risco ou áreas já tratadas e controladas. O efeito destes raticidas nos roedores é retardado, ocorrendo o óbito num período de dois a cinco dias após a ingestão da dose letal, o que impede que os demais membros da colônia percebam o que os está eliminando, principal fator de sucesso desses compostos.

O cumafeno (warfarina) constituiu-se no composto raticida mais empregado em todo o mundo. Apesar de ser bem tolerado por aves e ovelhas, exige cuidados em sua utilização em locais de acesso de cães e gatos, animais altamente sensíveis ao composto. São também comercializados raticidas à base de cumatetralil e cumacloro, com as mesmas vantagens e limitações do cumafeno.

   - raticidas de dose única (ou de 2ª geração)

São os que com a ingestão de apenas uma dose, causam a morte do roedor entre três a dez dias após sua ingestão. Recomenda-se uma nova aplicação após oito dias da primeira,

no sentido de atingir os roedores que eventualmente não tenham ingerido o raticida da primeira vez.

Os raticidas de dose única surgiram após o aparecimento dos casos de resistência aos raticidas de dose múltipla, sendo eles o bromadiolone e o brodifacoun. Posteriomente, surgiram outros compostos como o flocoumafen e a difetialona, com características muito próximas dos dois compostos já mencionados.

Por serem mais concentrados, esses raticidas são mais tóxicos que os anticoagulantes de dose múltipla, devendo ser empregados com bastante cuidado, critério e técnica para se evitar acidentes intoxicantes.

- quanto às formas de apresentação, os raticidas, podem ser classificados em:

Iscas: geralmente constituídas por uma mistura de dois cereais, pelo menos, alimento este mais apreciado pelo roedor (milho, arroz, cevada, centeio, etc). Essas iscas podem ser moídas na forma de um farináceo, peletizada formando pequenos grânulos, ou integrais contendo apenas grãos quebrados. Alguns fabricantes adicionam substâncias atrativas às iscas como óleo de côco e açucar. Essas iscas devem ser colocadas de tal modo a serem facilmente encontradas pelos roedores;

Pós de contato: raticida formulado em pó finíssimo, para ser empregado nas trilhas e ninhos. O pó adere aos pêlos do roedor, que lambe o corpo ao proceder sua higiene, ingerindo, assim, o raticida. São mais eficazes e concentrados que as iscas, devendo ser utilizados com cuidado e atenção a fim de evitar-se contaminação de gêneros alimentícios e intoxicações acidentais em outros animais;

Blocos impermeáveis: são constituídos por cereais granulados ou integrais envoltos por uma substância impermeabilizante, formando um bloco único; geralmente, emprega-se a parafina para este fim. São utilizados em galerias subterrâneas de esgoto, de águas pluviais, canais de irrigação, canalizações fluviais, de fiações elétricas, na orla marítima ou ribeirinha, nas áreas inundáveis, onde a disponibilidade de alimento não seja muito grande. Em condições adversas esses blocos também sofrem a ação do mofo, deteriorando-se ao longo do tempo, porém sua vida é bem maior do que as iscas comuns. Apresentam várias formas e geralmente contém um orifício que permite sua amarração.

- acidentes com raticidas: raticidas são tóxicos; porém os raticidas anticoagulantes registrados no Brasil têm antídoto confiável e seguro. Portanto, intoxicações acidentais envolvendo homens ou animais, podem ser revertidas, se atendidas a tempo e de forma adequada, mas os raticidas devem ser cuidadosamente empregados para que sejam evitados acidentes desagradáveis e irrecuperáveis. No caso de ingestão acidental de raticidas anticoagulantes, deve-se levar o paciente prontamente a um médico (ou veterinário, se for um animal), sempre que possível, levando a embalagem do raticida para melhor orientar a assistência médica.

7.7. Referências bibliográficas

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. *Guia de vigilância epidemiológica.* 5. ed. rev. ampl. Brasília, 1998.

_____ . *Manual de leptospirose.* 3. ed. Brasília, 1997.

_____ . *Normas operacionais de centros de controle de zoonoses* : procedimentos para o controle de roedores. Brasília, 1993.

CARVALHO NETO, C. *Manual prático de Biologia e controle de roedores.* São Paulo : Ciba-Geigy, 1987.

_____ . _____ . São Paulo : Ciba-Geigy, 1988.

_____ . _____ . São Paulo : Ciba-Geigy, 1992.

_____ . _____ . São Paulo : Ciba-Geigy, 1995.

Capítulo 8

Alimentos

8.1. Introdução

A alimentação higiênica é uma das condições essenciais para a promoção e a manutenção da saúde e deve ser assegurada pelo controle eficiente da qualidade sanitária do alimento em todas as etapas da cadeia alimentar.

Entende-se por cadeia alimentar todas as etapas que envolvem a obtenção do alimento, desde a produção da matéria-prima até o consumo.

A deficiência nesse controle é um dos fatores responsáveis pela ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA). Outros fatores, tais como a utilização de agrotóxicos e aditivos na agropecuária levada por necessidades comerciais e sem a devida preocupação com as conseqüências dos perigos que possam advir do uso de substâncias tóxicas, a manipulação no preparo e consumo dos alimentos sem os devidos cuidados de higiene, hábitos alimentares inadequados, entre outros, também contribuem para a incidência dessas doenças na população.

As DTAs são atribuídas à ingestão de alimentos e/ou água contaminados por agentes de origem biológica, física, química ou pela produção de toxinas por determinados agentes, cuja presença no organismo em determinadas concentrações pode afetar a saúde humana, em nível individual ou coletivo.

A higiene dos alimentos consiste, portanto, na adoção de medidas preventivas e de controle para a remoção de agentes causadores de doenças, com o objetivo de conferir proteção específica contra as doenças transmitidas por alimentos, proporcionando condições adequadas para a produção e o consumo higiênico dos mesmos.

8.1.1. Importância sanitária:

- prevenção de doenças cuja transmissão esteja relacionada ao consumo da água e alimentos;
- prevenção da poluição do ambiente por esgotos, lixo e refugos procedentes dos locais de produção e de distribuição de alimentos;
- melhoria do nível de saúde em conseqüência das medidas de ordem sanitária.

8.1.2. Importância econômica:

- aumento da capacidade de produção do homem em razão de melhor condição de saúde proporcionada pela alimentação higiênica;
- conservação e proteção sanitária dos alimentos, o que evita sua deterioração prematura, redundando em economia para o produtor e para o consumidor;
- aumento da produção e consumo de alimentos com qualidade e segurança.

8.2. Doenças transmitidas por alimentos (DTAs)

8.2.1. As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) são geralmente causadas pelos seguintes agentes

8.2.1.1. Agentes bacterianos:

- bactérias (*Salmonella sp, Escherichia coli, Shigella sp, Listeria monocytogenes, Vibrio cholerae*, etc.);
- toxinas produzidas por *bactérias (Bacillus cereus, Staphilococcus aureus, Clostridium botulinum*, etc.).

8.2.1.2. Agentes parasitários:

- helmintos e protozoários (*Taenia solium e saginata, Trichinella spiralis, Entamoeba histolytica, Giardia lambia, Cryptosporidium, Toxoplasma gondii*, etc.).

8.2.1.3. Agentes químicos tóxicos:

- agrotóxicos, metais pesados, etc.

8.2.1.4. Agentes fúngicos:

- *Amanita muscarina ou Agaricus muscaria (ácido ibotênico e muscimol), Aspergillus flavus com aflatoxina, Amanita phalloides (ácido tioctico), Gyromita esculenta*, etc.

8.2.1.5. Agentes virais:

- vírus Norwalk, adenovírus, poliovírus, etc.

Quadro 34 — Agentes causadores de DTA e fatores determinantes relacionados com saneamento ambiental

Agentes	Fatores determinantes	Doença
Agentes químicos: - Cobre	- Uso de encanamento de cobre.	- Intoxicação por cobre
- Fluoreto	- Excesso de flúor natural em águas de abastecimento/fluoretação e monitoramento do flúor inadequados gerando níveis acima do recomendado.	- Fluorose.
- Nitritos	- Água contaminada com nitrito.	- Intoxicação por nitrito
- Carbamatos/Organo-fosforados	- Água contaminada com agrotóxicos.	- Intoxicação por agrotó-xicos.
- Mercúrio	- Água contaminada com mercúrio/consumo de pescados e mariscos contaminados com mercúrio.	- Intoxicação por mercúrio.
Agentes bacterianos: - Toxina produzida por Vibrio cholerae	- Utilização de água contaminada na lavagem, preparo dos alimentos/destino inadequado dos dejetos e águas residuárias/verduras irrigadas e/ou refrescadas com água contaminada/ higiene pessoal inadequada.	- Cólera.
- *Escherichia coli*	- Utilização de água contaminada na lavagem, preparo dos alimentos ou refrescagem das verduras	- Gastroenterites.
- *Staphylococcus sp*	- Manipuladores de alimentos com infecções purulentas.	Gastroenterite estafilocócica.
- *Salmonella typhi*	- Água e leite contaminados/ostras de fontes contaminadas/alimentos contaminados por mãos sujas ou vetores.	- Febre tifóide.
- *Shigella sp*	- Utilização de alimentos contaminados, principalmente água e mariscos.	- Shigeloses.
- *Vibrio parahemolyticus*	- Utilização de água do mar no preparo de alimentos/consumo de pescados e mariscos contaminados consumidos crus.	- Gastroenterites.
- *Yersinia enterocolítica*	- Carne de suíno, leite e água contaminados.	- Yersinioses.
- *Vibrio vulnificus*	- Pescados e mariscos contaminados e consumidos crus.	- Infecção por *V. vulnificus.*
- *Campilobacter jejuni e C. coli*	- Água contaminada/carne de aves, suínos e leite cru contaminados.	- Campilobacterioses.
- *Plesiomonas shigelloides*	- Pescados, mariscos e água contaminados.	- Infecção p/ *P. shigelloides.*
- *Brucella abortus*	- Leite cru contaminado.	- Brucelose.
- *Toxina produzida p/ Clostridium botulinum*	- Saprófita do solo. A ingestão de toxina do *C. botulinum* se dá por meio de alimentos enlatados de elaboração inadequada, fermentações não controladas, ovas de pescados fermentadas, peixes e mamíferos marinhos.	- Botulismo.

Agentes	Fatores determinantes	Doença
Agentes virais entéricos: - *Poliovírus, Echovírus, vírus Norwalk, Coxsackievírus* A e B, *Adenovívrus, Rotavírus,* etc.	- Falta de higiene pessoal/água e alimentos contaminados.	- Poliomielite e outra viroses.
- Vírus hepatite A e E	- Alimentos e água contaminados por fezes humanas/destino inadequado dos dejetos/ higiene pessoal deficiente.	- Hepatites A e E.
Agentes parasitários: - *Entamoeba histolytica*	- Água de fonte contaminada, instalações hidráulicas defeituosas, alimento contaminado por mãos sujas ou moscas.	- Disenteria amebiana.
- *Toxoplasma gondii*	- Consumo de alimentos expostos à água contaminada ou a fezes de felinos infectados.	- Toxoplasmose.
- *Taenia saginata*	- Carne de bovino contaminada/destino inadequado das águas residuárias/pastos contaminados por águas de despejos de dejetos.	- Teníase.
- *Taenia solium*	- Carne de suíno contaminada/destino inadequado das águas residuárias/pastos contaminados por águas de despejos de dejetos/verduras adubadas com fezes de suínos.	- Teníase e Cisticercose.

8.2.2. Risco bacteriano de doença transmitida por alimento (DTA)

As bactérias, agentes mais freqüentemente envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimento, possuem uma série de necessidades para multiplicar: *calor, nutrientes, umidade e tempo.* Alguns alimentos são particularmente suscetíveis à contaminação bacteriana, são os chamados Alimentos de Alto Risco, geralmente ricos em proteínas e que requerem conservação sob refrigeração: carnes cozidas e produtos derivados de carnes de aves; derivados de carne como salsichas, patês; molhos, cremes e caldos; ovos e maionese; leite e seus derivados; mariscos e pescados.

Se as condições são ótimas, conforme seqüência demonstrada no quadro abaixo, as bactérias podem multiplicar-se a ponto de causar uma intoxicação alimentar.

Fonte: Hazelwood et al., 1991.

A redução da incidência dessas doenças, portanto, deve ser pautada na interrupção dessa seqüência, por meio de práticas higiênicas na produção, transporte, comercialização armazenagem e consumo dos alimentos, pelas seguintes medidas:

- proteção dos alimentos contra qualquer contaminação;
- prevenção da multiplicação das bactérias;
- destruição das bactérias presentes no alimento;
- controle da alteração prematura do alimento.

8.2.3. Doenças de origem animal, cuja carne e leite se destinam ao consumidor

A teníase e a triquiníase são doenças que podem ser transmitidas ao homem por ingestão de carnes de boi e de porco contaminadas, cuja contaminação pode ser ocasionada pelo destino inadequado das águas residuárias, por pastos contaminados por águas de despejos de dejetos, verduras adubadas com fezes de suínos parasitados.

A brucelose, cujo agente é a *Brucella sp*, é uma doença transmitida principalmente pela ingestão de leite cru e queijo não pasteurizado proveniente de bovino e caprino infectados por brucela, além de carne mal cozida de bovinos, suínos, caprinos e animais de caça.

Com a finalidade de evitar a transmissão dessas doenças, deve-se manter esses animais em condições de higiene adequadas, evitando-se, por exemplo, que suínos andem à solta, alimentando-se de fezes humanas e restos de comida encontrados em monturos de lixo, o que pode ocasionar a sua contaminação com larvas de tênias (cisticercose) e triquinas. Suínos devem ser mantidos em pocilgas higiênicas, não sendo recomendável a alimentação dos mesmos com lixo cru, prática também responsável pela disseminação dessas doenças, cuja incidência é bastante significativa na população.

8.2.4. Fatores de risco determinantes de doenças transmitidas por alimentos

A ocorrência de doenças transmitidas por alimentos está associada à presença de fatores de risco comumente relacionados com a contaminação dos alimentos e da água em virtude de diversos fatores: físicos, biológicos ou químicos. As fontes de contaminação mais comuns podem ser águas residuárias, despejos de origem humana e animal, despejos das indústrias e desperdícios do processamento de alimentos, uso de agrotóxicos nas lavouras e das próprias substâncias empregadas no tratamento da água.

8.2.4.1. Contaminação

a) fatores de risco relacionados:

- adubação do solo com material contaminado por fezes humanas ou de animais portadores de doenças;

- irrigação de hortaliças com águas procedentes de córregos e valas poluídas por esgotos;
- vetores e roedores tem sido incriminados pela alta incidência de diarréias infecciosas;
- manipulação inadequada durante o preparo e consumo dos alimentos, em virtude de práticas de higiene pessoal inadequadas ou manipuladores portadores de lesões ou doenças (espirros e tosses);
- condições ambientais favoráveis ao crescimento de agentes etiológicos seletos e inibidores de microorganismos competidores;
- água contaminada, utilizada no preparo dos alimentos e na limpeza dos utensílios;
- processo de higienização inadequado de utensílios e equipamentos utilizados no preparo de alimentos;
- utilização de matérias-primas contaminadas nas preparações alimentícias servidas cruas ou contaminação cruzada;
- práticas inadequadas de armazenamento e conservação;
- utilização de utensílios e/ou recipientes que contenham ou possam liberar resíduos de materiais tóxicos;
- adição intencional ou incidental de substâncias químicas tóxicas aos alimentos;
- carnes cruas contaminadas pela utilização de utensílios e tábuas de madeira para carne em condições de uso inadequadas.

8.2.4.2. Adulteração

A adulteração dos alimentos poderá ensejar contaminação, deterioração ou alteração de suas propriedades alimentícias. O alimento é considerado adulterado quando:

- contém substância tóxica ou perigosa à saúde além dos limites de tolerância;
- contém qualquer substância estranha às suas características;
- contém elemento deteriorado;
- foi retirada dele substância alimentícia além do limite de tolerância;
- foi produzido em condições sanitárias inadequadas;
- foram acrescentados a ele: corantes, conservantes ou quaisquer substâncias não permitidas pela legislação sanitária vigente.

8.2.4.3. Deterioração

Dependendo do tipo de alimento e do tempo que este ficar submetido a certas temperaturas, as bactérias presentes multiplicam-se com grande intensidade, ocasionando a

deterioração do alimento e a produção de toxinas. Algumas toxinas são altamente nocivas, podendo causar intoxicação imediata de pessoas que ingerem estes alimentos deteriorados.

Exemplos:

1º Botulismo: adquirido pela ingestão da toxina pré-formada do C*lostridium botulinum.* É a toxina bacteriana potente termolábil, facilmente destruída pelo calor (fervura);

2º Intoxicação alimentar pela toxina do S*taphylococcus aureus:* transmitida por meio de alimentos cuja refrigeração foi deficiente, ou produzidos com manipulação inadequada, ou mantidos em temperaturas elevadas, ou produzidos por manipulador são deste agente (nariz, garganta, pele).

8.2.4.4. Envenenamento

- Pode dar-se por:
  - ingestão de vegetais de espécies venenosas semelhante a outros não venenosos e que podem ser adquiridos erroneamente , representando sério perigo. Exemplos: ingestão de certas espécies de cogumelos com muscarina (gêneros *Amanita, Clitocybe, Inocybe e Boletus*) e, mandioca brava com cianeto (*Manihot esculenta*);
  - utilização inescrupulosa de certos produtos tóxicos como: raticidas, inseticidas, fungicidas e herbicidas;
  - ingestão de determinados mariscos (moluscos e crustáceos) que se alimentam de algas e plânctons capazes de liberar toxinas (a proliferação abundante de determinadas algas nas regiões costeiras do Atlântico e Pacífico é conhecida popularmente como maré vermelha);
  - ingestão de tetrodoxinas presentes nos intestinos e gônodas de pescado tipo baiacu;
  - ingestão de alcalóides (Datura) presentes em plantas como erva de feiticeira, ou em tomates, cuja planta foi enxertada no tronco desta erva;
  - tóxicos metálicos como o chumbo, o arsênico e o antimônio, presentes no alimento em quantidades superiores aos limites de tolerância;
  - ingestão de mercúrio, por intermédio de carnes de animais alimentados com grãos tratados com fungicidas à base de mercúrio, pescados e mariscos contaminados com mercúrio.

8.3. Atuação do saneamento

As ações de saneamento devem atingir todas as etapas da cadeia alimentar, envolvendo a identificação de pontos críticos e adoção de medidas sanitárias em relação a problemas básicos como abastecimento de água, remoção dos dejetos, destino do lixo e o controle de vetores e roedores. Paralelamente, deve ser dada ênfase especial à educação sanitária dos manipuladores e consumidores de alimentos, no sentido de serem observadas as recomendações sanitárias que garantam a qualidade do alimento.

8.3.1. Etapas da cadeia alimentar:

- fonte de produção (matéria-prima e insumos alimentares);
- processamento/manipulação;
- armazenagem;
- transporte;
- comercialização;
- consumo.

A deficiência de controle sanitário em todas as etapas da cadeia alimentar pode se constituir em fator predisponente à ocorrência de perigos, de natureza química, física ou biológica, que podem ocasionar a perda da qualidade nutricional do alimento, toxi-infecções alimentares, agudas ou crônicas, e até mesmo o óbito.

- Em todas as etapas, devem ser observados os aspectos sanitários em relação a:
  - controle da matéria-prima e produtos finais (qualidade do alimento);
  - controle do fluxo de produção/manipulação;
  - condições de saúde e higiene dos manipuladores (pessoal das áreas de produção/manipulação/venda);
  - controle dos locais e instalações destinados à produção e ao comércio de alimentos;
  - controle dos equipamentos e utensílios;
  - controle da armazenagem e transporte de alimentos.

8.4. Controle da qualidade dos alimentos

8.4.1. Descarte de alimentos:

a) objetivos: descartar os alimentos de qualidade duvidosa:

- alimentos adulterados;

- sobras e restos de alimentos;
- carnes procedentes de fontes não sujeitas à inspeção sanitária (abatedouros clandestinos);
- alimentos com sinais de deterioração (azedos, espumosos ou mofados);
- pescado de aparência duvidosa;
- alimentos de procedência desconhecida;
- alimentos manipulados por pessoas portadoras de doenças infecto-contagiosas.

8.4.2. Conservação de alimentos perecíveis:

- objetivos: prevenir a deterioração. Deve-se assegurar a manutenção do poder alimentício, o sabor e o aroma originais.

8.4.2.1. Ação do calor:

- esterilização: existem vários processos. Exemplo: cozimento do alimento à temperatura superior a 100˚C. Destrói todos os microorganismos presentes no alimento. Ocasiona alteração do teor de algumas substâncias nutritivas do alimento;
- pasteurização: aquecimento até certa temperatura (conforme o processo utilizado, varia de 62˚C a 75˚C durante alguns segundos ou minutos, seguindo-se de resfriamento imediato). Destrói apenas microorganismos patogênicos. Não altera o teor das substâncias nutritivas contidas no alimento;
- desidratação: pode ser feito em túneis com ar seco, em fornos e ao sol. Modifica um pouco o sabor dos alimentos. Exemplo: carne seca;
- defumação: é um dos processos utilizados para conservação de carne; não elimina os riscos de contaminação caso o produto seja ingerido cru.

8.4.2.2. Ação do frio:

- refrigeração: temperatura mantida entre 0˚C e 5˚C (variação de ± 2˚C), conforme o produto. Não destrói os microorganismos patogênicos, mas inibe sua proliferação. Não altera o sabor do alimento;
- congelamento: temperatura de -18˚C. Deve ser feito por etapas. Elimina ou inibe o crescimento das bactérias presentes, mas pode modificar o sabor do alimento.

8.4.2.3. Ação de substâncias químicas:

- sal*:* age por osmose, desidratando as células do meio. A salga é feita a seco ou em salmoura e é muito utilizada para a conservação de carnes;
- vinagre*:* age por alteração do pH do meio. Exemplo: (pickles).

8.4.2.4. Uso do açúcar

O açucar pode ser utilizado como conservante em razão de não ser um meio de cultura propício para a proliferação de bactérias pois, dada as características do seu processo de produção, resulta um produto com apenas 0,3% de umidade. Agindo por osmose também desidrata as células do meio. Quando o processo é bem feito, permite a conservação do alimento por tempo indeterminado. Exemplo: frutas cristalizadas.

8.4.2.5. Fermentação

O processo de fermentação consiste na proliferação de certos organismos não prejudiciais à saúde, modificadores do pH do meio. A alteração do meio impede o crescimento de microorganismos de decomposição.

Exemplos: queijo, vinho, iogurte, etc.

8.4.2.6. Uso de meios mecânicos:

- vapor;
- vácuo;
- filtração.

8.4.2.7. Enlatamento

Consiste no cozimento e no armazenamento dos alimentos em latas hermeticamente fechadas, o que permite o aumento do seu prazo de validade (vida de prateleira). Geralmente as latas são fabricadas de ferro zincado recoberto de folhas de flandre estanhadas a 2%. O acondicionamento é feito também em frascos de vidro e em recipientes plásticos.

8.4.3. Controle Específico de alguns alimentos

8.4.3.1. Alimentos enlatados

a) recomendações relacionadas ao armazenamento:

- manter a ventilação do ambiente, conservando-os em local com temperatura e umidade adequadas;
- evitar a proximidade de fontes de vapor, de radiadores de água ou de outros dispositivos que possam variar a temperatura do ambiente;
- evitar armazéns com telhado metálico devido a alta radiação de calor.

b) recomendações relacionadas ao consumo:

- as latas estufadas, danificadas ou defeituosas devem ser rejeitadas sob suspeita de deterioração do alimento;
- alimento a ser servido deve ser retirado da lata tão logo a mesma seja aberta e acondicionado em outro recipiente.

8.4.3.2. Aves abatidas

Após o abate, devem ser imersas em água fervente para eliminação da plumagem. Retiram-se as penas e a cabeça e abre-se a cavidade abdominal para remover as vísceras. Podem ser armazenadas à temperatura de -2°C a 4°C.

8.4.3.3. Pescado:

- peixes: a carne de peixe fresco é firme, de consistência elástica e resistente à pressão dos dedos. A cauda é firme na direção do corpo e as nadadeiras apresentam certa resistência aos movimentos provocados e os olhos são salientes e brilhantes. As guelras são vermelhas e possuem odor característico, sem mucos. As escamas, bem aderidas à pele que é brilhante e úmida. O ventre não abaulado e o cheiro característico. Pode ser conservado até seis horas, sob camada de gelo picado, na seguinte proporção: meio quilo de gelo para um quilo de peixe. A refrigeração para conservação de pescado deve manter uma temperatura entre —2°C a 0,5°C. Nesta faixa, pode ser conservado até 14 dias;
- camarão: a carne dos camarões frescos é firme, de cor branco-acinzentada, passando a rosada quando cozida. Os camarões deteriorados desintegram-se com facilidade e apresentam cor escura, azulada ou esverdeada;
- lagostas: em virtude de sua fácil deterioração, a exemplo do que ocorre com outros crustáceos, as operações, até o processo de congelamento da lagosta, devem ser executadas com a máxima rapidez. Se possível, a lagosta deve ser cozida enquanto viva a fim de assegurar um produto livre de deterioração. O cozimento nessas condições determina o encurvamento da cauda para baixo do corpo. Deve-se rejeitar a lagosta frigorificada se a cauda estiver no sentido horizontal, pois isto é sinal de qualidade duvidosa;
- ostras: as conchas das ostras frescas são duras e bem ajustadas; a carne é sólida, de cor clara e brilhante; o cheiro é característico. São de fácil deterioração e devem provir de locais não contaminados.

8.4.3.4. Ovos

a) características do ovo fresco:

- clara firme, transparente, espessa, sem manchas ou turvação;

- gema de cor uniforme, translúcida e firme, consistente, ocupando a parte central do ovo, sem germe desenvolvido (embrião);
- casca lisa;
- pH um pouco ácido devido a presença de CO_2 no seu interior.

b) características do ovo impróprio para o consumo:

- alterações da clara e da gema (gema aderente à casca, arrebentada, com manchas escuras, presença de sangue alcançando também a clara, presença de embrião em adiantado estado de desenvolvimento);
- cor, odor e sabor anormais;
- rompimento da casca;
- ovos sujos externamente;
- em virtude de possuir a casca porosa, o ovo permite a entrada de ar para o seu interior, substituindo grande parte do CO_2. Com isso, o pH interno torna-se alcalino e favorece o desenvolvimento de germes de putrefação que produzem gazes fazendo o ovo arrebentar;
- a presença de ar no interior do ovo facilita o reconhecimento do ovo velho e mal conservado: se imerso em água, flutua; ou então, colocando-o contra a luz, verifica-se o deslocamento da gema.

c) conservação dos ovos

Convém observar que devido à porosidade da casca os ovos estão sujeitos à contaminação interna, além de adquirirem rapidamente o sabor das substâncias que os envolvem.

Para evitar a perda de CO_2, procura-se impermeabilizar a superfície dos ovos com película de óleo, ou então, colocá-los em serragem ou areia.

Sob refrigeração de 0°C a 1°C, não inferior a —1°C e com umidade relativa em torno de 75%, os ovos frescos podem ser conservados por até seis meses.

8.4.3.5. Leite

a) características:

- leite mais usado na alimentação humana é o de vaca, seguindo-se o de cabra;
- é um alimento líquido, contendo cerca de 86% de água e várias substâncias como lactose, sais minerais, proteínas, gorduras, vitaminas;
- possui flora bacteriana própria, os lactobacilos acidófilos.

b) transmissão de doenças pelo leite

O leite pode estar naturalmente infectado, quando proveniente de animal doente, ou ser contaminado durante ou após a ordenha. Quando não asseguradas as condições sanitárias, torna-se excelente veículo de doenças, pelo fato de ser um bom meio de cultura de bactérias.

As doenças mais comuns que podem ser transmitidas pelo leite são tuberculose, brucelose, febres tifóide e paratifóide, disenterias, carbúnculo e febre aftosa.

Destas, a brucelose tem ocorrido com grande freqüência, embora pouco diagnosticada. No gado, provoca o aborto e a morte prematura dos bezerros, causando esterilidade temporária.

c) condições sanitárias da fonte de produção:

- leite deve ser obtido da ordenha completa, de vaca sadia, bem alimentada, bem asseada e não destinada ao trabalho;
- leite deve ser íntegro, ou seja, livre de substâncias estranhas, rejeitando-se os primeiros jatos da ordenha;
- não devem ser utilizados o colostro (produto de ordenha obtido após o parto) e o "leite de retenção" (produto de ordenha a partir do 30° dia de parição);
- para manter o gado sadio é necessário submetê-lo a exames periódicos e vacinálo conforme as recomendações veterinárias. As vacinas mais comuns são contra a febre aftosa, o carbúnculo e a brucelose;
- é necessário, por outro lado, assegurar boas condições de saneamento das dependências destinadas ao gado leiteiro, como bebedouros, torneiras para lavagem de equipamentos, fossa para urina, remoção de estrumes, etc;
- a ordenha deve ser feita de vacas limpas, com úberes lavados e enxutos e a cauda presa; o ordenhador deve estar com roupas limpas, mãos e braços lavados e unhas cortadas. De preferência, devem ser usados uniformes;
- em caso de ordenha mecânica, é obrigatória a rigorosa lavagem e esterilização de todas as peças da ordenhadeira que devem ser mantidas em condições adequadas;
- os utensílios utilizados na ordenha são muitos vulneráveis à sujidades e devem ser bem lavados, a fim de não trazerem prejuízos sanitários e econômicos. Os vasilhames devem ser lavados antes e depois da ordenha. Deve-se evitar que os recipientes metálicos sejam arranhados para não se constituírem em pontos críticos de limpeza;
- o leite, após a ordenha, deve ser coado e armazenado à baixa temperatura (4°C) ou remetido imediatamente ao estabelecimento de destino;
- os latões para leite devem ser feitos de material liso e resistente, com tampa própria, pois estão sujeitos ao desgaste e pancadas durante o transporte e, à corrosão provocada pelo próprio leite.

A limpeza dos latões deve ser feita com água quente e detergente. Da fonte de produção, o leite é encaminhado às usinas de pasteurização, no prazo máximo de seis horas após a ordenha quando não refrigerado e, posteriormente, à distribuição.

d) conservação do leite

No domicílio, o meio mais prático de garantir a qualidade do leite sob o aspecto sanitário é a fervura, que destrói todos os microorganismos presentes. É um hábito saudável

da população rural que deve ser mantido enquanto não lhe for asssegurado outro recurso. O leite deve ser mantido tampado e na mesma vasilha em que tiver sido fervido, a fim de evitar sua contaminação.

- O método de pasteurização usado na industrialização do leite tem duas modalidades:
  - pasteurização a baixa temperatura*:* consiste no aquecimento do leite a 63˚C por 30 minutos, e resfriamento imediato abaixo de 6˚C;
  - pasteurização em placas*:* aquecimento de 71˚C a 75˚C, durante 15 segundos e resfriamento imediato;

Ambos os processos eliminam as bactérias patogênicas presentes.

O leite pasteurizado precisa ser mantido sempre sob refrigeração, pois do contrário a flora bacteriana remanescente desenvolve-se com a elevação da temperatura, ocasionando sua coagulação.

Não é permitido o emprego de substâncias químicas na conservação do leite.

e) usina de pasteurização

- as usinas de pasteurização de leite constam essencialmente das seguintes instalações:
  - recepção, onde o leite é recebido e encaminhado para os tanques de armazenamento, através de bombeamento ou por gravidade;
  - laboratório, onde são feitas as análises;
  - filtro;
  - pasteurizadores, que devem ser dotados de válvulas de reversão destinadas a fazer voltar o leite automaticamente, caso não tenha sido atingida a temperatura desejada;
  - tanques de espera, onde o leite é permanentemente agitado, indo a seguir para embalagem de distribuição;
  - câmaras de refrigeração, para armazenamento do leite a ser distribuído.

A distribuição, no processo industrial é feita em recipientes plásticos que devem ser jogados fora após o uso.

f) classificação do leite destinado ao consumo

- tipo A ou de granja: pode conter até 10.000 bactérias por ml antes da pasteurização e até 500 bactérias por ml após pasteurizado. Ausência completa de bactérias do grupo coliforme em 1ml. Deve ser pasteurizado na granja leiteira e mantido e transportado em temperatura de 10˚C, no máximo, e distribuído ao consumo até 12 horas após o término da ordenha (este prazo pode ser dilatado para até 18 horas se for mantido em temperatura de 5˚C). Teor de gordura: integral;

- tipo B: pode conter até 500.000 bactérias por ml antes da pasteurização e 40.000 após a pasteurização. Tolera-se uma bactéria do grupo coliforme por 0,5ml. Deve ser produzido em estábulo ou em instalações apropriadas, procedente de vacas com controle veterinário permanente, pasteurizado e logo após engarrafado em estábulo leiteiro ou usinas de beneficiamento. Quando não pasteurizado e engarrafado no local de produção, pode-se remetê-lo para posto de refrigeração ou entreposto-usina até nove horas, podendo este prazo ser dilatado por mais duas horas se resfriado à temperatura de 10°C. No posto de refrigeração, conservá-lo à temperatura máxima de 5°C até a pasteurização que deve ser iniciada dentro de duas horas após o recebimento. A distribuição ao consumo deverá ser feita no prazo máximo de 24 horas, após a chegada na usina. Teor de gordura: integral;
- tipo C: pode conter até 150.000 bactérias por ml após a pasteurização e uma bactéria do grupo coliforme em 0,2ml. Deve ser produzido em fazenda leiteira com inspeção periódica de seus rebanhos e dar entrada, em seu estado integral, nas usinas de beneficiamento até 12 horas se não estiver previamente resfriado. Este prazo pode ser dilatado quando se tratar de leite resfriado e conservado, no máximo, a 10°C, na própria fazenda, ou a 5°C, no posto de refrigeração. Deve ser pasteurizado dentro de cinco horas após o seu recebimento e engarrafado mecanicamente e ser distribuído nas 24 horas seguintes à sua chegada no entreposto-usina.Teor de gordura: 3%;
- tipos "magro e desnatado": vigoram as mesmas normas do Ministério da Agricultura, quanto ao horário de beneficiamento e condições de distribuição, fixadas para o leite tipo C, exceto quanto ao teor de gordura;
- leite reconstituído: a reconstituição do leite para abastecimento público, segundo o Ministério da Agricultura, fica a critério das autoridades locais competentes.

- É considerado impróprio ao consumo o leite que não satisfaça as seguintes exigências:
  - presença de acidez inferior a 15°D (Dornic) e superior a 20°D;
  - contenha colostro ou elementos figurados em excesso;
  - fora dos padrões bacteriológicos estabelecidos;
  - presença de nitratos e nitritos;
  - modificação de suas propriedades organolépticas normais;
  - presença de elementos estranhos à sua composição normal;
  - presença de quaisquer alterações que o tornem impróprio ao consumo.

g) limpeza dos equipamentos

Os equipamentos da usinas de pasteurização devem ser todos de aço inoxidável, podendo as tubulações serem desse material ou de vidro especial.

Para limpar os equipamentos, é utilizada uma solução apropriada para cada material, de modo a obter-se o máximo de limpeza com o mínimo de corrosão. A limpeza envolve duas fases: a primeira com água fria e a segunda com água quente (80°C a 90°C) contendo substâncias apropriadas para remoção de detritos.

Em recipientes de ferro estanhado, usam-se soluções de soda cáustica a 3% a 40ºC. Para evitar que o revestimento seja atacado, adiciona-se uma parte de sulfito de sódio para quatro partes de hidróxido de sódio.

Em recipientes de alumínio, pode-se adicionar silicato de sódio à razão de 75g/L de dissolvente em vez de sulfito.

Em aço inoxidável, deve-se evitar o contato prolongado de substâncias que formam cloro livre em quantidade superior a 15ml/L, tendo maior cuidado com o hipoclorito. A substância apropriada para a limpeza é o ácido nítrico.

8.4.4. Enriquecimento dos alimentos

Consiste em medidas individuais ou coletivas, visando a suprir a carência nutricional de uma determinada população com referência a certos nutrientes, os quais são adicionados a alguns alimentos a fim de restituir o equilíbrio energético do organismo, a exemplo do que ocorre em áreas endêmicas de bócio onde há necessidade de adicionar-se iodo ao sal de cozinha.

Também utiliza-se o processo de enriquecimento dos alimentos com o objetivo de repor perdas de determinados nutrientes ocorridas durante o processo de industrialização.

8.5. Controle dos manipuladores

(Pessoal da área de produção/manipulação/venda)

a) objetivos:

- evitar que a manipulação dos alimentos seja feita por indivíduos portadores de doenças infecto-contagiosas;
- prevenir a contaminação e a adulteração do alimento durante a sua manipulação, por meio de cuidados adotados pelo próprio manipulador, como conseqüência de orientação sanitária recebida.

8.5.1. Saúde dos manipuladores

A empresa produtora de alimentos deve contar com programa de exames de saúde periódicos e admissionais. O pessoal das áreas de produção/manipulação deve ser submetido a exames de saúde pelo menos uma vez por ano, ou a qualquer tempo, quando houver

suspeita e, caso seja portador de doença transmissível ou possuir ferimentos expostos e lesões cutâneas, deve ser, a critério do médico, afastado das áreas de produção/manipulação. O estabelecimento deve dispor de condições de atendimento em casos de eventuais acidentes e manter equipamentos de primeiros socorros.

8.5.2. Higiene dos manipuladores

- dispor de vestuário adequado (aventais fechados ou macacões de cores claras, sapatos fechados, máscaras e gorros em bom estado de conservação e limpeza);
- proteger os cabelos com o uso de toucas, gorros, prendedores, etc.;
- manter o asseio corporal com mãos limpas, unhas curtas, sem adornos;
- os manipuladores do sexo masculino devem manter-se barbeados, com os cabelos e bigode aparados e limpos;
- manter hábitos higiênicos como lavagem cuidadosa das mãos, antes da manipulação de alimentos, após qualquer interrupção e, principalmente, após o uso de sanitários;
- não espirrar sobre os alimentos, não assoar nariz, não cuspir, não escarrar, não colocar dedos na boca, não fumar, não roer unhas, ou seja, não executar qualquer ato que possa colocar em risco a qualidade do alimento;
- dispor de procedimentos escritos, afixados nos locais apropriados, sobre a correta lavagem das mãos dos manipuladores.

8.5.3. Treinamento dos manipuladores

É aconselhável que todos os manipuladores sejam capacitados antes da sua admissão em qualquer estabelecimento de produção/manipulação de alimentos e que este disponha de programa de treinamento continuado.

No programa de formação profissional do manipulador devem ser incluídas noções básicas de:

- higiene pessoal, das instalações, dos equipamentos e utensílios;
- preparo e conservação de alimentos;
- controle no uso de aditivos;
- saneamento dos locais de manipulação e cuidados no manuseio de substâncias químicas utilizadas em higienização, sanitização e desinfecção;
- registro de pontos críticos de controle (PCC).

Não é suficiente que o manipulador receba treinamento especializado, é necessário no entanto, que o mesmo tenha consciência do papel que representa em relação à saúde e à segurança dos consumidores. A falta de senso de responsabilidade do manipulador pode anular todos os outros esforços empreendidos para a manipulação higiênica e garantia da qualidade do alimento.

8.6. Controle das instalações e edificações em estabelecimentos da área de alimentos

8.6.1. Condições da edificação:

- localização em área isenta de insalubridade, em terreno acessível, não sujeito a inundações, ausência de lixo, sucatas, animais, insetos e roedores nas áreas externas e vizinhança;
- condições de segurança para resguardar a integridade física dos ocupantes: acesso direto e independente, corredores e saídas amplos;
- pisos de material liso, resistente, não escorregadio, impermeável e de fácil limpeza (livre de defeitos, rachaduras, trincas e buracos). O piso deve possuir ralos removíveis para escoamento das águas de limpeza;
- instalações em perfeitas condições de conservação e limpeza;
- dispositivos de proteção contra incêndio e outras;
- iluminação das dependências adequada (de acordo com a NR-24/MT) para o conforto e a prevenção dos acidentes. Evitar reflexos e fulgores, sombras e contrastes excessivos. Dar preferência, se possível, à iluminação natural;
- ventilação adequada a fim de garantir o conforto térmico e o ambiente livre de fungos, bolores, gases, fumaças e condensação de vapores;
- tetos, paredes e divisórias lisos, impermeáveis, laváveis, de cor clara, em boas condições de higiene e conservação e de fácil limpeza;
- portas e janelas construídas com superfície lisa e material lavável, em bom estado de conservação e de fácil limpeza; proteção contra mosquitos, moscas e roedores, com todas as aberturas teladas; portas externas ou de isolamento com fechamento automático e proteção inferior; sifão e proteção para os ralos;
- conforme o número de funcionários, será conveniente a instalação de refeitórios.

8.6.2. Condições das instalações hidrossanitárias

8.6.2.1. Abastecimento de água potável

O abastecimento de água potável deve ser ligado à rede pública de abastecimento, em quantidade satisfatória, sem falta de água, e quando se tratar de sistema de captação próprio, ter a potabilidade da água atestada por laudos laboratoriais do monitoramento bacteriológico (coliformes totais e fecais), no mínimo. Os reservatórios e as instalações hidráulicas de água devem ter volume e pressão adequados. Os reservatórios devem ser dotados de tampas, protegidos contra a entrada de insetos, roedores, aves e outros animais, livres de vazamentos, infiltrações, etc. e em perfeitas condições de higiene, livre de resíduos.

O estabelecimento deve contar com um programa de limpeza e desinfecção periódica dos reservatórios, por empresas especializadas e com responsável técnico, dispondo de registro do serviço executado.

As instalações para utilização da água potável devem ser em número suficiente e estar em bom estado de conservação, limpeza e funcionamento.

- instalações necessárias:
  - lavatórios para as mãos, em perfeitas condições de higiene, dotados de sabão líquido, escova para as mãos, desinfetantes, toalhas descartáveis ou outro sistema de secagem apropriado;
  - lavatórios com água corrente nas áreas de manipulação, compatíveis com o fluxo de produção e serviço;
  - bebedouros, conforme o número de pessoas;
  - chuveiros;
  - instalação de água quente, conforme as necessidades do estabelecimento;
  - torneiras para ligação de mangueiras ou outros dispositivos destinados a lavar pisos, paredes e equipamentos.

8.6.2.2. Destino dos dejetos e das águas servidas

- instalações necessárias:
  - as instalações sanitárias devem ser separadas por sexo, em quantidade suficiente conforme o número de pessoas, dispondo de vasos com tampa, mictórios e lavatórios em número suficiente e em bom estado de conservação e higiene e conectados às redes de água e esgoto ou fossa apropriada;
  - os pisos, paredes, forros e janelas devem estar em bom estado de conservação;
  - devem ser separadas, sem ligação direta com a área de manipulação e refeitório;
  - as caixas de descarga, os ralos, os sifões, as caixas de gordura, as caixas de passagem de esgotos e os tanques sépticos devem estar em ótimo estado de conservação e funcionamento e serem freqüentemente inspecionados.

8.6.2.3. Destino dos resíduos sólidos (lixo)

O lixo, no interior do estabelecimento, deve ser acondicionado para coleta em recipientes com tampa, limpos e higienizados constantemente, a fim de evitar risco de contaminação do ambiente e dos alimentos.

Não deve ser tolerada a disposição de lixo e refugos nos arredores do estabelecimento; esses devem ser recolhidos e encaminhados ao destino final por meio do serviço de limpeza pública; caso o estabelecimento não seja atendido por esse serviço, deve ser dada ao lixo uma solução individual, conforme orientações no capítulo 4.

O acondicionamento do lixo deve ser feito em recipientes próprios, metálicos, de plástico rígido, ou sacos plásticos de polietileno coloridos, não devendo ser transparentes. Os recipientes de lixo devem ser resistentes, laváveis, herméticos, à prova d'água, dotados de tampa e, após esvaziados, devem ser imediatamente limpos.

8.6.3. Equipamentos e utensílios

Em relação aos equipamentos e utensílios utilizados nas áreas de produção/manipulação/venda de alimentos, devem ser observados os seguintes critérios:

- os equipamentos devem ser dotados de superfície lisa, de fácil limpeza e desinfecção, em bom estado de conservação e funcionamento e acessível à inspeção;
- os móveis (bancadas, mesas, vitrines, armários, etc.) devem ser em número suficiente, constituídos de material apropriado, resistente, liso e impermeável, com superfícies íntegras e em bom estado de conservação e limpeza;
- os fogões devem ser dotados de exaustores;
- equipamentos para proteção e conservação dos alimentos, constituídos de superfícies lisas, resistentes e impermeáveis, dotados de termômetro, e em bom estado de conservação e funcionamento;
- os utensílios devem ser lisos, constituídos de material não contaminante, de tamanho e forma que permitam fácil limpeza e em bom estado de conservação e uso e perfeitas condições de higiene;
- deve-se evitar quinas vivas, gotejamento de lubrificantes e outras condições que coloquem em risco a qualidade do alimento e segurança do manipulador;
- a limpeza e higienização dos utensílios deve considerar quatro etapas:
  - lavagem feita com água e sabão ou detergentes. A água dura gasta muito sabão e deixa uma película sobre os utensílios. Nessa operação, podem-se usar também fosfato trissódico, metassilicato de sódio, hexametafosfato de sódio, carbonato de sódio, detergentes sintéticos e compostos quartenários de amônia;
  - enxagüe com água limpa;
  - desinfecção com solução de hipoclorito de sódio a 50g/L;
  - secagem.

8.7. Controle da armazenagem e transporte de alimentos

Alguns critérios devem ser observados quanto ao armazenamento e transporte dos alimentos.

a) na armazenagem:

- os alimentos perecíveis devem ser mantidos à temperatura de congelamento (-18˚C); refrigeração entre 2˚C e 4˚C, ou mantidos em aquecimento acima de 65˚C, conforme o tipo de alimento;
- armazenamento dos alimentos deve ser feito sobre estrados ou prateleiras, constituídos de material apropriado, de fácil limpeza, liso e íntegro, localizado em ambiente limpo;
- os equipamentos e utensílios devem ser armazenados em local apropriado, limpo, de forma ordenada e protegidos de contaminação;
- deve ser dada atenção a aspectos tais como controle de umidade relativa, controle da temperatura, controle do tempo de permanência, proteção e controle contra vetores e roedores, condições sanitárias do ambiente interno e externo, controle e proteção na armazenagem de produtos químicos, etc.;
- as sacarias, as caixas, os fardos e outras embalagens de gêneros alimentícios devem ser dispostos de modo a facilitar a inspeção dos produtos, a limpeza e a ventilação. O empilhamento deverá ser colocado afastado das paredes e acima do piso cerca de 40cm, a fim de facilitar a limpeza diária e dificultar o acesso de roedores;
- alguns produtos estão melhor protegidos quando fornecidos na embalagem original. Exemplo: empacotamento de farinha, açúcar, etc. Para alguns alimentos, é necessário que a embalagem ofereça maior proteção, recomendando-se que seja resistente e impermeável. Exemplo: margarina, leite, doces, café, etc.;
- deve-se evitar, tanto nas vendas a varejo como no ambiente doméstico, que os alimentos expostos à comercialização ou produtos de pronto consumo, como manteiga, pão, biscoito fiquem expostos sem proteção, sob risco de contaminação. Recomenda-se a instalação de vitrines, armários dotados de telas, recipientes com tampa e outras formas de proteção adequadas;
- deve-se lavar os alimentos, principalmente as frutas e legumes a serem ingeridos crus e destinados ao refrigerador. Não armazená-los sujos.

b) no transporte:

- existência de procedimentos de boas práticas de transporte de matérias-primas e produtos a fim de impedir sua contaminação ou a proliferação de microorganismos;
- há uma variedade de veículos empregados no transporte de alimentos e as exigências para o transporte variam conforme o tipo de alimento, o tipo de

veículo e o tempo a ser gasto no transporte. Citam-se algumas recomendações, relacionadas com o veículo:

- conforme o tipo de alimento, principalmente aqueles de alto risco, deve ser utilizado veículo de transporte exclusivo. Exemplo: transporte de carnes, leite e derivados, pescado, carne de ave;
- para alimentos perecíveis há necessidade que o veículo seja climatizado, o que permitirá previnir a deterioração e manter a qualidade do produto;
- as paredes internas devem ser confeccionadas com material impermeável que possa ser lavado e desinfetado e, o piso deve conter estrados para permitir uma adequada ventilação durante o transporte e impedir o contato direto do mesmo com o alimento;
- veículo de transporte deve possuir condições para evitar a entrada de poeiras, vetores e roedores no seu interior.

• aspectos relacionados com boas práticas de transporte a serem seguidos:

- controle da umidade relativa;
- condições higiênico-sanitárias do embarque/desembarque/veículo;
- proteção da carga no embarque e desembarque;
- proteção da carga em relação a intempéries;
- controle e registro de temperatura (aferição de instrumentos);
- proteção e controle no acondicionamento.

8.8. Medidas sanitárias para a proteção de matérias-primas e produtos alimentícios

Com o objetivo de prevenir a contaminação e a alteração de matérias-primas e produtos alimentícios, no âmbito da atuação do saneamento ambiental, deve-se adotar medidas em relação aos seguintes aspectos:

- adubação: o material proveniente de fossas e de tanques sépticos só deverá ser utilizado como adubo após ser submetido a tratamento apropriado. No processo de fermentação natural, o material é isolado durante um período mínimo de um ano durante o qual se transforma em adubo e, por este processo, são destruídos os microorganismos patogênicos;
- irrigação: não utilizar águas contaminadas, provenientes de valões de esgoto e de lagoas poluídas, na irrigação dos vegetais;
- fumigação: é necessário evitar que frutas, legumes e hortaliças sejam submetidos à fumigação que contenha alto teor de produtos tóxicos; mesmo assim devem ser lavados com água potável antes de serem consumidos crus, ressaltando-se que a

utilização de água potável não elimina os resíduos dos contaminantes químicos adsorvidos por esses alimentos;

- abastecimento de água: a oferta e o acesso à água potável de boa qualidade são fatores fundamentais para a redução dos riscos de doenças infecciosas transmitidas pela água. O investimento em abastecimento público de água potável representa uma das medidas de proteção mais eficientes e desempenha uma função primordial na prevenção desse tipo de doenças. Na ausência de abastecimento convencional de água potável em pequenas comunidades, provê-las com suprimento de água de boa qualidade por meio de sistemas alternativos, orientando-as sobre a necessidade de proteção dos mananciais, cuidados com a coleta, transporte e armazenagem. Proceder à melhoria da qualidade da água, orientando a população a utilizar métodos simplificados e pouco dispendiosos de tratamento, como a desinfecção ou cloração da água, armazenando-a em reservatórios limpos e cobertos, os quais devem passar por lavagem e desinfecção freqüente. A cloração ou desinfecção dessas águas deve ser realizada por intermédio de dispositivos aplicáveis a cada caso. Seja qual for a fonte de captação ou mecanismo de abastecimento alternativo, recomenda-se, portanto, a orientação à população da necessidade da desinfecção domiciliar, considerando a precariedade dos reservatórios e dos vasilhames utilizados para o transporte e armazenamento dessas águas;
- fluoretação: deve ser verificada a existência de flúor natural na água a ser tratada e sua concentração. A dosagem de flúor adicionado à água tratada deve resultar concentrações de flúor conforme padrões estabelecidos pela legislação específica vigente, de modo a prevenir a fluorose dentária em caso de concentrações acima dos níveis permitidos;
- águas residuárias: os germes expelidos pelos excretas das fezes e urina, de doente ou portador, são responsáveis pela maioria das doenças transmissíveis e provêm geralmente dos esgotos domésticos constituídos de águas imundas que contém matéria fecal e águas de lavagem. Além dos esgotos domésticos fazem parte dos resíduos de natureza líquida ou águas residuárias os resíduos líquidos industriais, as águas pluviais e águas de infiltração. A disposição adequada dos dejetos representa uma importante medida de saúde pública, que pode se constituir em solução individual ou coletiva dependendo da densidade populacional da área a ser beneficiada. Nas populações com alta densidade populacional, a utilização de sistema coletivo de esgotamento sanitário é a melhor solução para a remoção e disposição das águas residuárias. Disposição conveniente dos excretas, de modo que os mesmos não sejam acessíveis ao homem e aos vetores animados e não poluam a água e o solo. Prover as populações com rede de esgotos sanitários ou outros tipos de instalações apropriadas para a eliminação de águas servidas e dejetos como fossas, caixas de gordura em bom estado de conservação e funcionamento. As populações de áreas que não dispõem de sistemas de esgotos sanitários convencionais, cuja instalação não seja viável a curto prazo, devem ser orientadas e assistidas para a utilização, em caráter emergencial, de outras alternativas adequadas para a coleta e disposição dos dejetos e águas servidas;

- controle de artrópodes: proteger os alimentos acondicionando-os em armários ou proteção de vidro, evitanto o seu contato com moscas, baratas, etc. Fazer o controle do lixo, acondicionando-o em latões fechados e sacos de papel ou plástico e disposição final adequada. Impedir o acesso, principalmente de moscas e baratas, às fezes humanas pela disponibilidade de sistema de esgoto em áreas urbanas e diversos tipos de fossas em área rural. Manutenção de ralos e aplicação de inseticidas em rodapés, armários, embaixo das pias, ralos, aberturas junto de encanamentos para o controle de baratas. Eliminar os jornais velhos e garrafas. Para o controle de moscas, fazer uso de inseticida pulverizado objetivando o combate às larvas. Em locais onde a pulverização é desaconselhável, utilizar iscas para combate às formas adultas de moscas. Recomenda-se, em bares e restaurantes, a utilização de aparelhos especiais que atraem as moscas adultas para telas onde são eletrocutadas;
- controle de roedores: como medida permanente, a anti-ratização permite uma ação sobre o meio ambiente, visando a eliminar o abrigo para o rato e impedir o seu acesso ao alimento. Eliminar esconderijos como entulhos, latrinas malcuidadas, matagal próximo a construções. Armazenar alimentos e gêneros alimentícios, fora do alcance de ratos, em paióis e silos, sobre estrados a 60cm do chão e afastados das paredes pelo menos 80cm. Proceder à coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos, cuja disposição final deve estar fora do alcance do rato. Proteger alimentos destinados a animais e respectivas sobras em domicílios, pocilgas, canis, instalações avícolas. Proteger e abrigar pássaros e filhotes de aves que podem servir de alimento aos roedores. As construções devem prever a proteção contra a entrada de ratos, evitando aberturas externas com entrada livre para o rato (recomenda-se uso de telas, chapas de metal), dispor de proteções metálicas nos cantos de portas e janelas. As medidas para o controle de roedores encontram-se detalhadas no capítulo 7;
- coleta e disposição de resíduos sólidos: dispor de soluções adequadas para o acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e/ou disposição dos resíduos sólidos e orientar a população a proceder ao acondicionamento adequado do lixo, de forma a evitar a proliferação e desenvolvimento de vetores como baratas, roedores e moscas. Na zona rural ou em localidades desprovidas de sistema público de coleta, o lixo deve ser enterrado, evitando-se sua exposição no meio ambiente.

8.9. Referências bibliográficas

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. *Manual integrado de febre tifóide.* Brasília, 1998.

_____ . *Manual integrado da vigilância epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos — versão preliminar.* Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Roteiro de inspeção em estabelecimentos da área de alimentos.* Brasília, 1998.

HAZELWOOD, D., ZARAGOZA, A D. M. *Curso de higiene para manipuladores de alimentos.* Espanã, 1991.

LADERER, J. *Enciclopédia moderna de higiene alimentar* : intoxicações alimentares — tomo IV . São Paulo : Editora Manole Dois, 1991.

PHILIPPI Jr, A *Saneamento do Meio.* São Paulo : Fundacentro : USP, 1992.

Capítulo 9

Noções de topografia e numeração predial

9.1. Definição

Topografia significa “descrição de um lugar”. Pode também ser definida como arte de fazer figurar em um papel um trecho da superfície da terra e tudo o que existe neste: rios, estradas, casas, cercas, etc., utilizando métodos próprios.

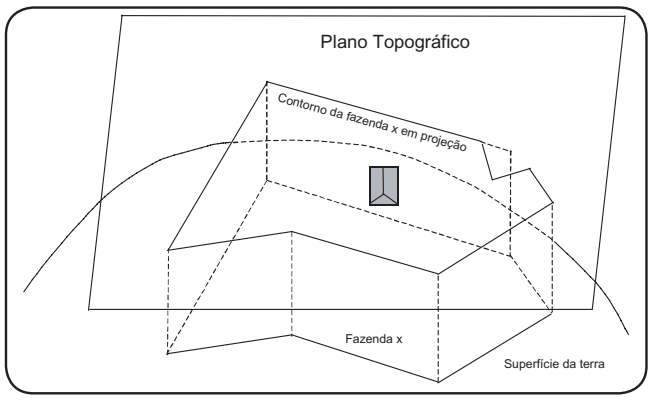
9.2. Importância

É indispensável a uma boa administração, porque possibilita o conhecimento perfeito do local em questão. Estando este bem representado no papel, pode-se ter visão de conjunto do trabalho a executar ou em andamento.

9.3. Plano topográfico

A dificuldade de representar as curvas e relevos da terra no papel plano fez com que se idealizasse o plano topográfico, horizontal e imaginário, passando pela área a ser focalizada, onde se projetam todos os acidentes do lugar (rios, estradas, etc.) exatamente como são representados no papel, daí originando-se a planta.

Figura 134 — Plano topográfico



9.4. Planta topográfica

É a representação gráfica de uma cidade ou de uma fazenda, pelos métodos de topografia. Pode ser de duas espécies:

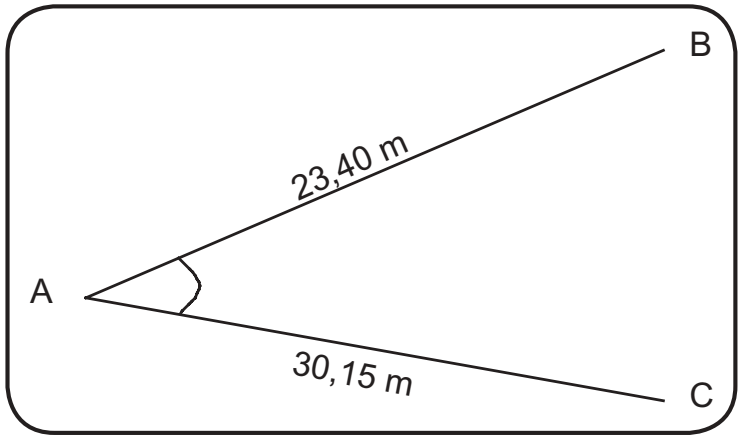
- Planimétrica: os acidentes representáveis (rios, casas, etc.) figuram no papel do mesmo modo que no plano topográfico, sem se poder distinguir as diferenças de altura e de nível entre os diversos pontos;
- Planialtimétrica: os acidentes (rios, casas, estradas, lagoas, montes, etc.) e suas alturas relativas podem ser distinguidas facilmente; é uma planta mais completa.

9.5. Levantamento

É o conjunto de operações que se executa em um local, visando à obtenção de dados necessários à confecção de uma planta. Há duas espécies de dados:

- informativos: referem-se às características dos acidentes que vão ser representados (cor, forma, posição, preço, utilização, nome do dono, trabalho a ser realizado, equipamento e material necessários, etc.); são obtidos dos moradores da redondeza e pela observação direta;
- medidas: são os comprimentos e os ângulos com que se traça os acidentes no papel; esses traçados são completados pelos dados informativos:
- comprimento: é a distância entre dois pontos, medida em metros; a linha que passa por esses dois pontos chama-se alinhamento;
- ângulo: é a abertura existente entre dois alinhamentos, medida em graus (º);
- temos dois alinhamentos: AB com 23,40m de comprimento e AC com 30,15m de comprimento. O ângulo entre AB e AC mede 29º.

Figura 135 — Medida de ângulo

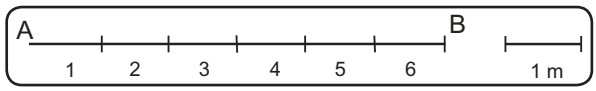


9.6. Medida dos alinhamentos

Medir um alinhamento é saber quantas vezes a unidade de comprimento cabe no alinhamento.

Sendo o metro a unidade de comprimento, a medida entre dois pontos A e B é igual a tantas vezes quantos metros nele couberem.

Figura 136 — Medida direta



a) medida direta: consiste em aplicar a unidade de comprimento ou um outro comprimento já calibrado pela unidade, sobre o alinhamento AB, usando-se a corrente de agrimensor, a trena de aço, a trena de linho ou a corda graduada.

b) medição indireta: usam-se instrumentos especiais neste sistema, que nos fornecem o valor dos comprimentos por outros elementos dados. São estes:

- patômetros ou Podômetros: aproveitam a oscilação vertical de um pêndulo horizontal e transmitem-na, pelas engrenagens, até um ponteiro externo. Parecem-se com um relógio de bolso. O operador coloca o patômetro na algibeira e anda sobre o alinhamento que vai ser medido. A cada passo, o pêndulo dá uma volta inteira e faz o ponteiro central marcar uma divisão no mostrador, perfazendo, assim, todo o percurso. Ao chegar ao fim do alinhamento, o operador obteve os elementos necessários indicados pelo ponteiro, para saber o comprimento em metros. Usando o patômetro ou podômetro, terá o número de passos dados; multiplicando-o pelo comprimento de cada passo, obterá, o comprimento do alinhamento. Logo: comprimento do alinhamento = número de passos x tamanho do passo. Ambos os instrumentos mencionados devem ser aferidos, isto é, adaptados ao passo do operador que vai utilizá-lo, a fim de que as medidas confiram com as verdadeiras. Ambos fornecem a medida em metros, mas esta deve ser ajustada ao passo;
- odômetros: utilizados para medir estradas. São fabricados tomando-se por base o sistema dos medidores de quilometragem empregados nos automóveis;
- taqueômetros: muito semelhantes ao trânsito dos topógrafos, dão o comprimento horizontal, pela leitura da mira vertical. Utilizam processos trigonométricos que não se referem ao objetivo deste capítulo, que é o levantamento expedito sumário.

9.6.1. Erro na medida dos alinhamentos

a) dilatação

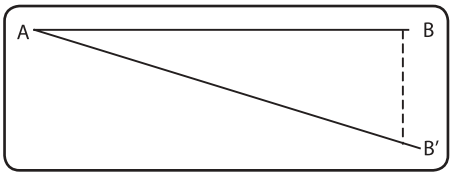
Quando se usa corrente de agrimensor e o sol está muito quente, a corrente cresce ligeiramente. Suponhamos que uma corrente de 20,00m passe a ter 20,02m. Se ao medir o

alinhamento AB, este couber quatro vezes na corrente, poderemos dizer que o comprimento é 80,00m; no entanto, ele é, realmente de 80,08m, devido ao erro de 0,02m em cada trenada.

b) desvio lateral

É o valor um pouquinho maior que o verdadeiro, que encontramos ao medir AB' em vez de AB (figura 137).

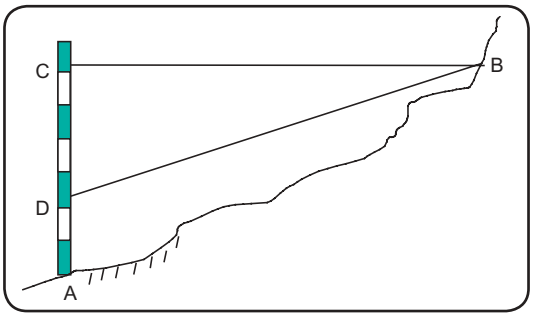
Figura 137 — Desvio lateral



c) desvio vertical

Para medir AB, que fica em uma ladeira, devemos colocar a trena sempre em horizontal. Se colocarmos a ponta da trena no ponto D (BD) em vez de no ponto C da balisa (BC), encontraremos um resultado ligeiramente maior (figura 138).

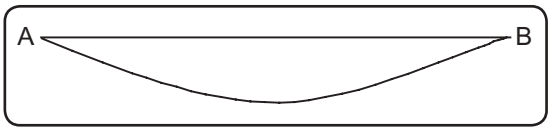
Figura 138 — Desvio vertical



d) catenária

É a curva formada por qualquer fio flexível suspenso por dois pontos. Para medir a reta AB, mede-se a curva AB, ligeiramente maior que a primeira (figura 139).

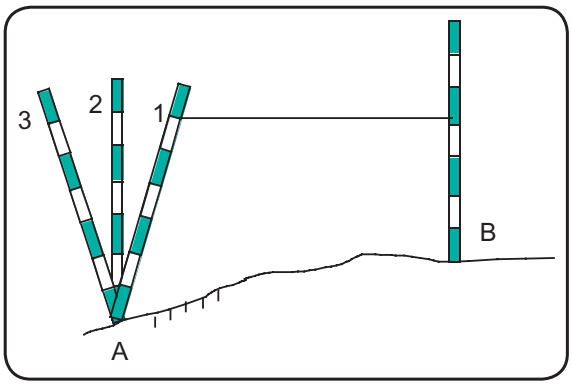
Figura 139 — Catenária



e) inclinação da balisa

Esta deve ficar na vertical e a trena em horizontal, durante as medições. Entretanto, se a balisa de A estiver na posição inclinada 1, em vez de na vertical 2, o comprimento será menor que AB, sendo o erro "para menos". Se a balisa de A estivesse na vertical 3, o erro seria, "para mais" (figura 140).

Figura 140 — Inclinação da balisa



f) instrumento errado

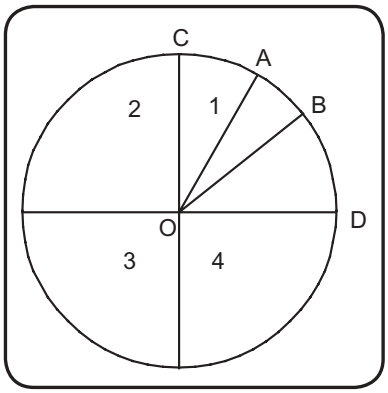
O próprio instrumento (trena, corda, corrente) poderá estar errado, por exemplo, se estiver escrito que mede 20,00m e na verdade só tiver 19,80m. Isto acarretará um erro de 0,20m "para mais" em cada trenada. Se o comprimento corresponder a quatro vezes a trena, o erro aumentará em: 4 x 0,20m 0,80m. O comprimento correto, nesse caso, deverá ser calculado da seguinte maneira: 4 x 20,00m - 0,80m = 79,20m.

9.6.2. Medida dos ângulos

É o número de vezes em que a unidade de ângulo cabe dentro deste. A unidade de ângulo é o ângulo de um grau, resultante da divisão de um quadrante de circunferência por 90.

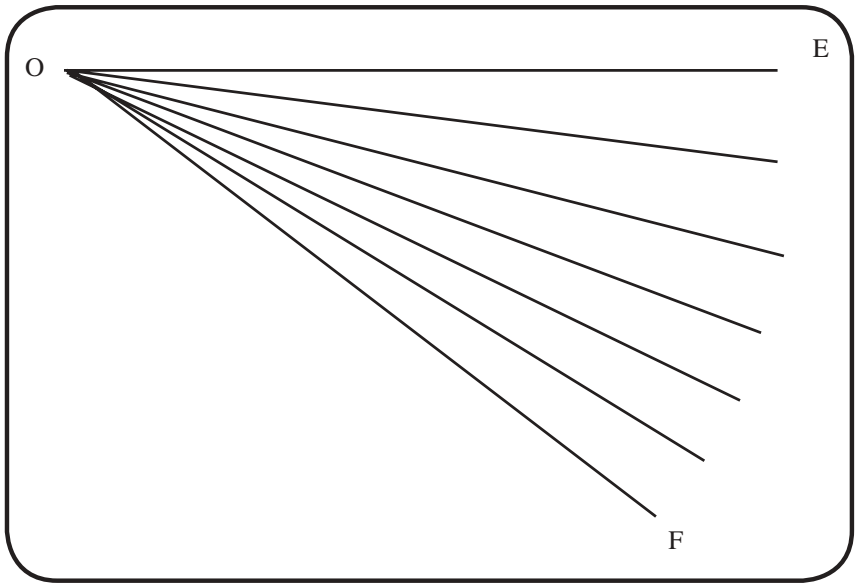
Na figura 141, COD é um quadrante. A circunferência tem quatro quadrantes. Se o ângulo AOB cabe 90 vezes dentro do quadrante, ele representa um grau. A circunferência tem, pois, 360º (4 x 90º). O grau é representado por um pequeno (º) colocado à direita e acima do número: 17º = 17 graus.

Figura 141 — Medida dos ângulos I



Na figura 142, se o ângulo AOB da figura anterior, que é a unidade 1º, cabe seis vezes no ângulo EOF, diz-se que este tem 6º.

Figura 142 — Medida dos ângulos II



Para medir ângulos menores que a unidade, ou um grau, dividiu-se, primeiramente, o grau em 60 partes, cada um recebendo o nome de minuto. Este é representado por uma vírgula à direita e acima do número: 17º e 12′, significa 17 graus e 12 minutos.

Também o minuto foi dividido em 60 partes, cada uma chamando-se segundo. Este é representado por duas vírgulas colocadas à direita e acima do número, por exemplo: 17º 12′ 43″ significa 17 graus, 12 minutos e 43 segundos.

Conclui-se, então, que o grau tem 60 x 60 = 3.600 segundos.

Para medir ângulos, usamos transferidores, esquadros de agrimensor, bússolas e trânsitos.

9.6.3. Direção de uma linha

É o ângulo que ela faz com outra, tomada como referência, geralmente o meridiano ou linha norte-sul. Este último pode ser: verdadeiro (ou geográfico) ou magnético (indicado pela bússola) .

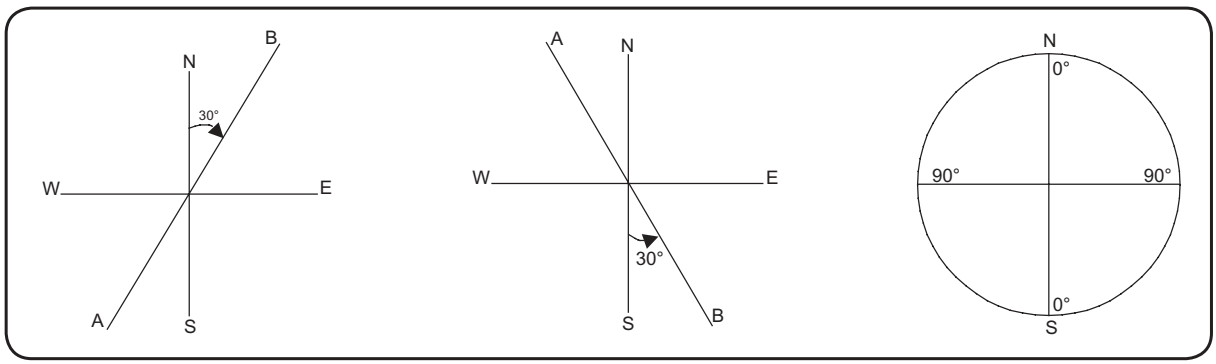
Para medir a direção de uma linha, usa-se rumos ou azimutes, grandezas que podem ser magnéticas ou verdadeiras, de acordo com a linha norte-sul de referência.

a) rumo

É o ângulo que uma linha faz com o Norte-Sul, a partir do Norte ou do Sul como origem, e vai até Este (E) ou Oeste (W), tendo, no máximo, 90º.

- na figura 143 - AB tem o rumo N 30˚ E.
- na figura 144 - é S 30˚ E.
- na figura 145 - é 90˚.

Figura 143 — Rumo N 30ºE **Figura 144 — Rumo S 30ºE** **Figura 145 — Ângulo de 90º**



b) azimute

É o ângulo que uma linha faz com o Norte-Sul, a partir do Norte para a direita ou para a esquerda, variando de 0º a 360º.

- na figura 146 - temos azimute de 70˚ à direita;
- na figura 147 - azimute de 120˚ à direita;
- na figura 148 - azimute de 210˚ à direita;
- na figura 149 - azimute de 150˚ à esquerda.

Figura 146 — Azimute de 70˚ à direita

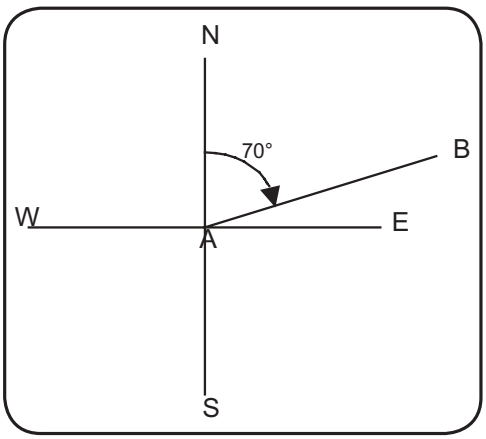


Figura 147 — Azimute de 120˚ à direita

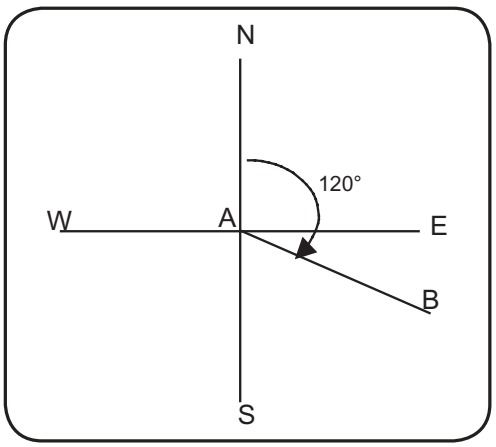
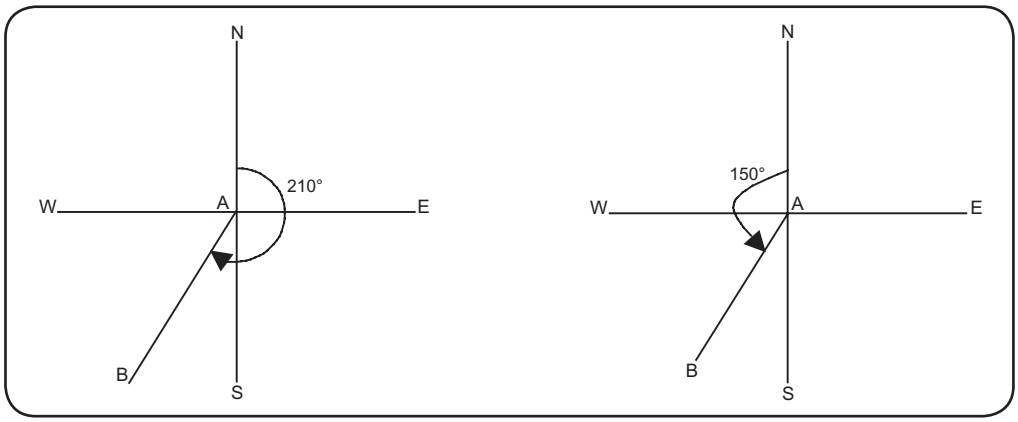


Figura 148 — Azimute de 210˚ à direita **Figura 149 — Azimute de 150˚ à direita**



Assim, um azimute de 210º à direita é igual a um de 150º à esquerda (figura 148 e figura 149).

b) conversão

Conhecendo-se os rumos de uma linha, pode-se calcular os azimutes e vice-versa.

Exemplos:

- na figura 150 - no 1˚ quadrante, o rumo é igual ao azimute à direita.
- na figura 151 - no 2˚ quadrante, o rumo e o azimute à esquerda são iguais.
- na figura 152 - no 4˚ quadrante, o rumo é igual a 180˚ menos o azimute, à direita: Rumo SE 180˚ - azimute à direita 150˚ = 30˚.
- na figura 153 - no 3˚ quadrante, o rumo SW é igual ao azimute à direita menos 180˚. Rumo SW, azimute é direita 210˚ - 180˚ = 30˚.

Figura 150

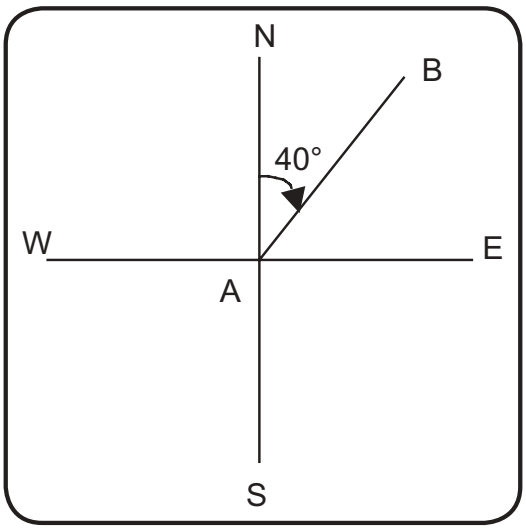


Figura 151

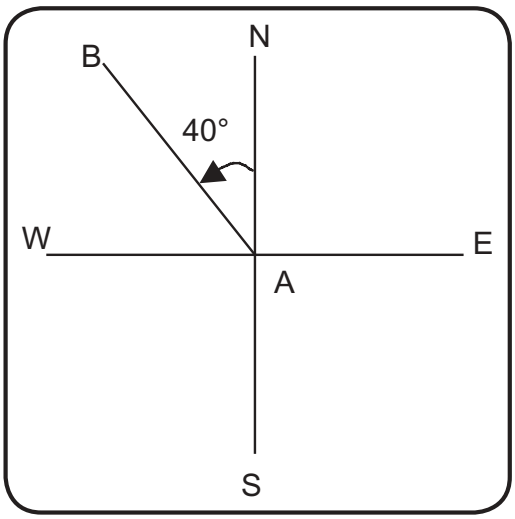


Figura 152

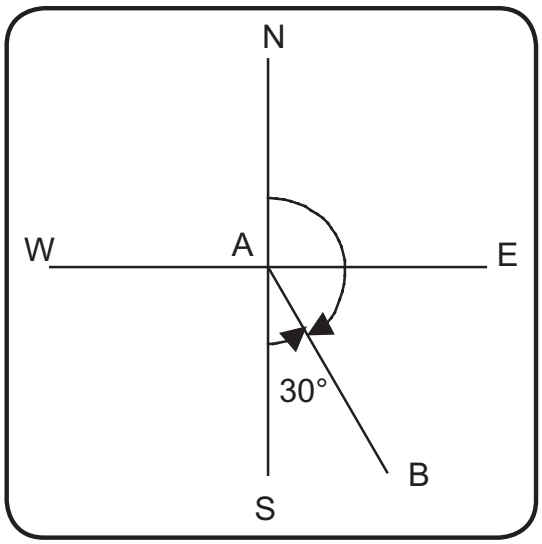
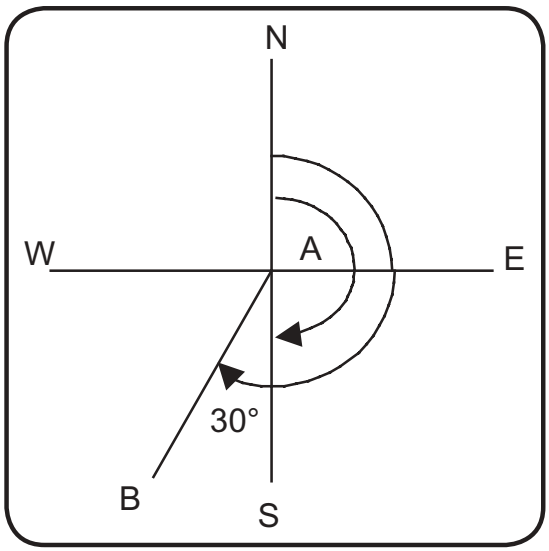


Figura 153



9.7. Bússola

É o instrumento usado para medir direções, rumos ou azimutes, no campo. Consta de uma agulha imantada, suspensa por um pino no centro de um limbo graduado (figura 154). Baseia-se na propriedade que tem a agulha imantada de apontar sempre para o norte magnético da terra.

Quando a bússola tem o limbo graduado com dois 0º, um ao Norte e outro no Sul, e dois 90º, um no Este e outro no Oeste, chama-se Bússola de Rumos. Se tem graduação de 0º a 360º para a direita e para a esquerda, a partir do Norte, chama-se Bússola de Azimutes.

Na figura 155, para medir-se a direção de AB, fica-se no ponto A e faz-se o N da bússola ficar em frente à ponta colorida da agulha. Gira-se a bússola até que N aponte para B. A ponta colorida da agulha estará marcando 30º, à direita de AB. Se foi usada a Bússola de Rumos, lemos N 30º E; com a Bússola de Azimute, lemos 30º à direita.

Figura 154 — Bússola

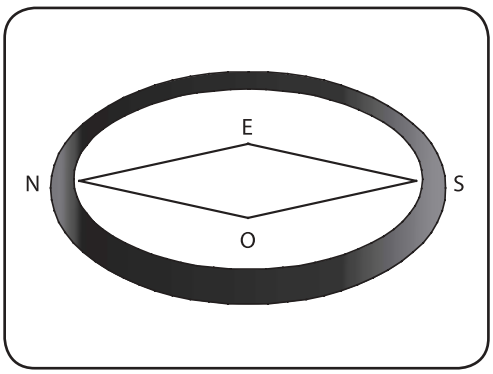
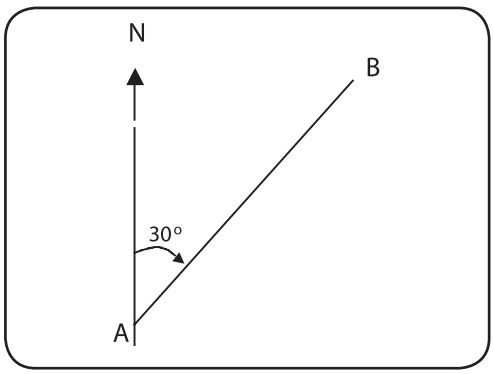


Figura 155 — Medida de ângulo com a bússola



9.7.1. Erros na medida de ângulos

Os mais comuns, com o uso da bússola, são:

- ler o ângulo na graduação errada, quando a bússola tem mais de uma graduada;
- ler o ângulo com a parte errada da agulha;
- omitir a divisão menor da graduação. Exemplo: a bússola é graduada de ½ em ½ grau (30′ em 30′), mas o operador, em um ângulo de 48º 30′ leu: 48º 0′, ou 49º 0′, o que foi uma aproximação errada;
- utilizar a bússola muito perto do bolso onde haja objeto de metal, capaz de desviar a agulha do Norte;
- ler um número e trocar os algarismos ao escrevê-lo: 64º por 46º;
- ler certo mas anotar na posição errada do croqui de levantamento.

9.8. Métodos de levantamento

Os levantamentos planimétricos são realizados por um dos métodos seguintes: por trena; por ordenação; por irradiação; por interseção e por caminhamento.

Escolhe-se o método de acordo com tempo disponível para realizar o levantamento, com o material de que se dispõe e com a qualidade de serviço desejado (um croqui melhorado ou uma planta mais precisa).

Às vezes, usa-se mais de um método; em outras, usa-se todos eles completando-se, a fim de obter melhor representação dos acidentes de terreno.

a) levantamento a trena

Consiste em determinar a posição de um ponto P, medindo-se três comprimentos, que são sempre os lados de um triângulo, cujo vértice é P.

Na figura 156, P é o ponto desejado e A e B os pontos conhecidos. Pede-se AB, AP e BP. Ao desenhar a planta, pode-se colocar o ponto P na posição correta, tendo-se essas três medidas.

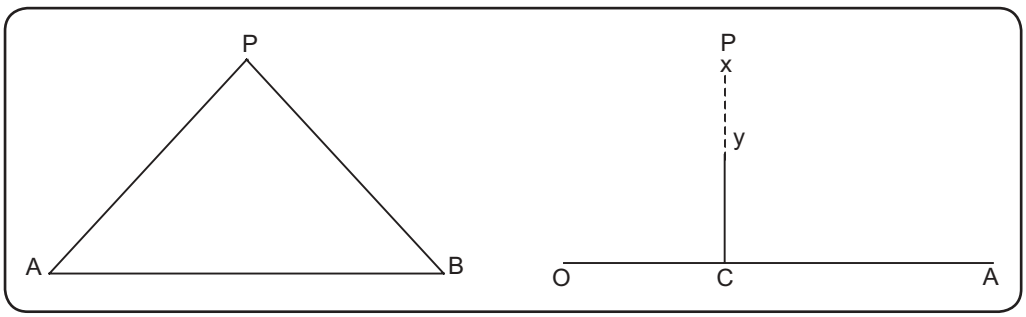
b) levantamento por ordenação

Consiste em determinar a posição de um ponto, tendo-se duas medidas de comprimento, chamadas coordenadas do ponto.

Na figura 157, para determinar a posição do ponto P é conhecida a reta OA, medimos o comprimento OC, chamado X, a partir do ponto O, e depois medimos CP, chamado Y. Com X e Y, determina-se bem o lugar de P no desenho.

Este método é utilizado para levantar linhas irregulares, como margem de rios, de riachos, de lagoas, caminhos de roça, etc.

Figura 156 — Levantamento à trena Figura 157 — Levantamento por ordenação



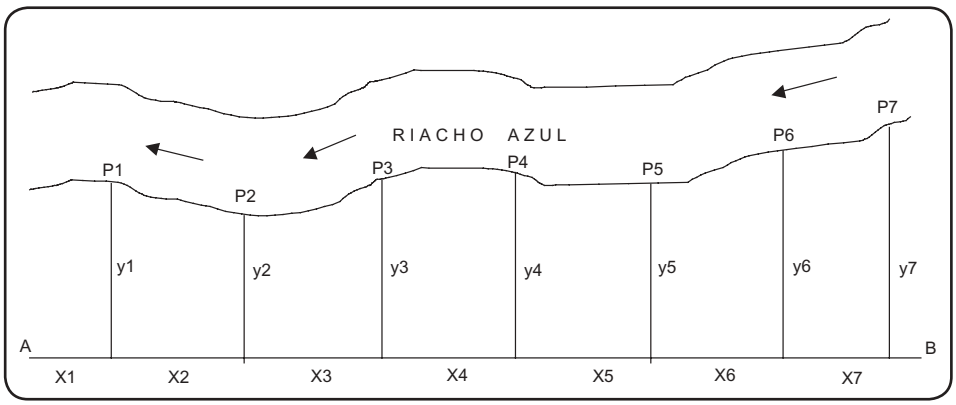
Na figura158, vamos levantar a margem esquerda do Riacho Azul.

Conhecida a reta AB, a partir do ponto A (acumulado), medimos as distâncias x_1, x_2, x_3 , x_4 , relativas aos pontos P_1, P_2, P_3, P_4, medidas na direção AB.

Depois, medimos as distâncias dos pontos P_1, P_2, P_3, P_4, até a reta AB, obtendo as medidas Y_1, y_2, y_3, y_4,

A cada ponto P correspondem duas medidas X e Y que o determinam perfeitamente. Ligando esses pontos P no desenho, teremos o contorno da margem do riacho.

Figura 158 — Exemplo de um levantamento por ordenação



c) levantamento por irradiação

Consiste em determinar a posição de um ponto, utilizando um ângulo e uma distância (figura 159).

Seja P o ponto cuja posição se deseja determinar. Suponhamos que a reta AB seja conhecida.

Medindo-se a distância AP e o ângulo a, determina-se a posição do ponto P.

Se houver mais de um ponto para cada um , medem-se um ângulo e uma distância (figura 160).

Exemplo:

P_1 correspondem $\hat{a}_1$ e AP_1

P_2 correspondem $\hat{a}_2$ e AP_2

P_3 correspondem $\hat{a}_3$ e AP_3

Figura 159 — Levantamento por irradiação I

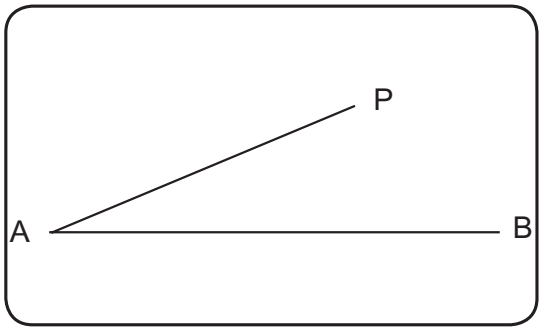
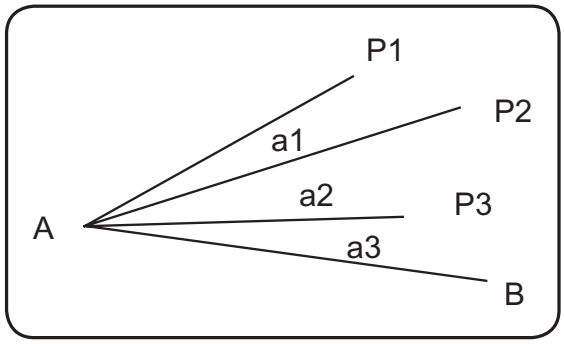


Figura 160 — Levantamento por irradiação II



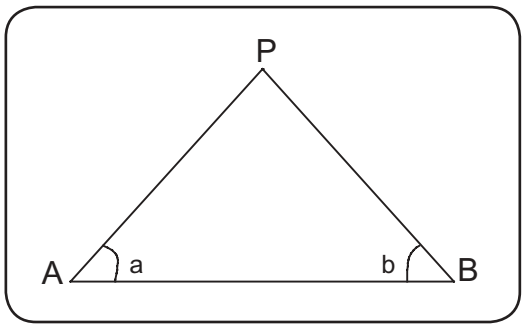
d) levantamento por interseção

Consiste em determinar a posição de um ponto, tendo-se dois ângulos e uma distância (figura 161).

P é o ponto a determinar e AB, uma reta de comprimento conhecido.

Medindo-se os ângulos a e b, ao desenhar a planta, determina-se o ponto P.

Figura 161 — Levantamento por interseção



e) levantamento por caminhamento

É o mais utilizado. Os outros são usados freqüentemente para completá-lo, tomando-se os lados e os vértices do caminhamento como linhas básicas e pontos conhecidos.

Caminhamento é uma série de linhas ligadas entre si, formando uma figura fechada ou aberta, cujos lados e ângulos são medidos durante os trabalhos de levantamento.

Quando o caminhamento é fechado (figura 162), o ponto de chegada deve coincidir com o ponto de partida e, se não acontecer, há algum erro no trabalho.

Quando o caminhamento é aberto (figura 163), o erro só aparece quando se conhecem os pontos de chegada e de partida.

O caminhamento cujos pontos de chegada e partida são conhecidos chama-se caminhamento amarrado.

Figura 162 — Caminhamento fechado

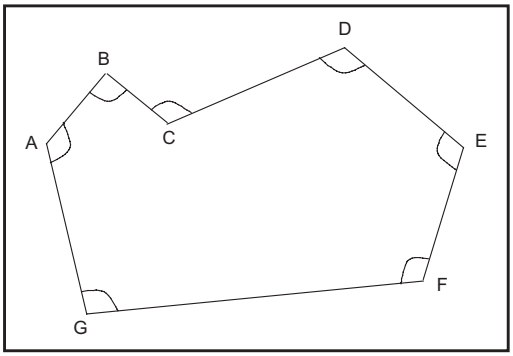
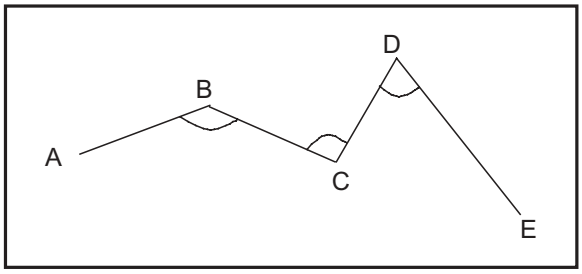


Figura 163 — Caminhamento aberto



f) caderneta de levantamento

Os ângulos e os comprimentos serão medidos, respectivamente, por bússola e por trena. Para os trabalhos, utiliza-se uma — caderneta própria — Caderneta de Levantamento - onde se anotam os valores necessários ao trabalho: dados medidos (ângulos e distâncias) e dados informativos (atividades locais, nome da localidade, do rio, da lagoa, do riacho; se há água de chafariz ou de poço, etc., todas as informações que interessem a quem deseja a planta).

A caderneta tem forma e disposição compatíveis com a finalidade e a precisão do trabalho a realizar. No nosso caso, podemos utilizar a do modelo a seguir.

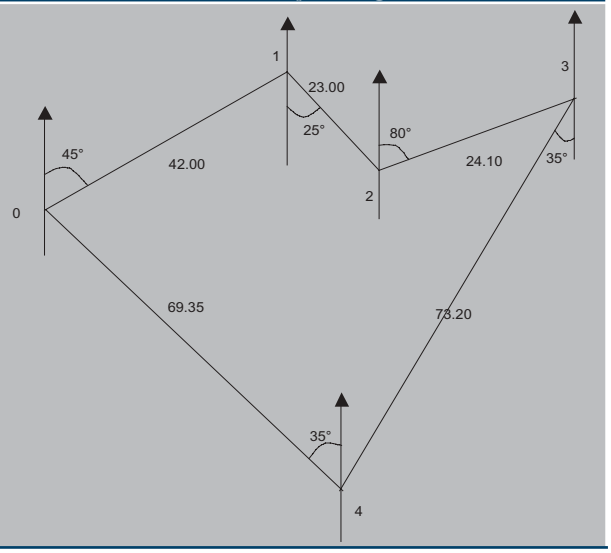
Na primeira linha, anota-se o local onde se realiza o trabalho, o município e a data. Na segunda linha, os títulos das colunas são preenchidos à proporção que se desenvolve o trabalho. Na coluna "Estação", escreve-se os números ou as letras que representam os pontos do terreno onde paramos para medir ângulos. Na coluna "visadas", anotam-se os pontos para onde olhamos ao medir os ângulos. Na coluna "Rumos", anotam-se os ângulos formados pelo encontro dos alinhamentos do caminhamento com a linha NS. Na coluna "Distância", escreve-se a distância em metros entre o ponto visado e a estação.

Na parte reservada ao croqui, faz-se um desenho aproximado do local de trabalho, com os pontos principais a que se referem as anotações da página, para facilitar a compreensão e o andamento dos trabalhos de campo e de escritório, ao desenhar a planta. O croqui é elemento elucidativo.

No exemplo abaixo, temos o levantamento do contorno do Sítio Quatro Unidos, município de Capela.

Quadro 35 — Modelo de página de caderneta para levantamento

Local: Sítio Quatro Unidos (contorno)				Município: Capela	Data: 28/7/1957
Estação	Visada	Rumo	Distância	Croqui Pág. 1	
0	1	N 45°E	42,00		
1	2	S 25°E	23,00		
2	3	N 80°E	24,10		
3	4	S 35°W	73,20		
4	5	N 35°W	69,35		



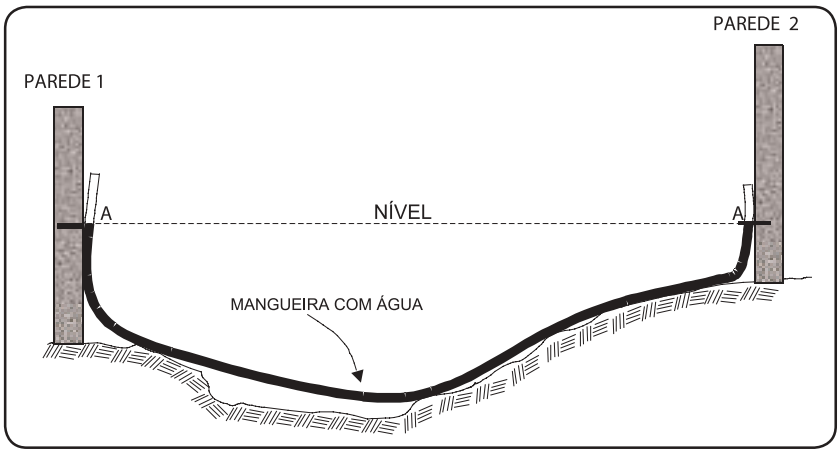
9.9. Nivelamento

a) nivelamento com mangueira

Partindo do princípio dos vasos ou recipientes comunicantes, com uma mangueira transparente, é possível estabelecer o nivelamento entre dois pontos equidistantes . Neste tipo de nivelamento é recomendado usar a mangueira de diâmetro 5/16" (grossura do dedo mindinho) e distâncias de até quatro metros. Esse método é muito utilizado no assentamento das tubulações de esgoto e nos nivelamentos de pisos. Lembramos que a mangueira tem que estar cheia de água e totalmente sem bolhas (ar).

Transportar a cota do ponto A da parede 1, para a parede 2, (figura 164)

Figura 164 — Nivelamento do terreno com mangueira



- procedimentos práticos de nivelamento com mangueira:
  - pegamos uma das pontas da mangueira de nível e o ajudante pega a outra;
  - vamos para a parede 1, enquanto o nosso ajudante vai para a parede 2;
  - nós procuraremos coincidir o nível de água da mangueira , com o nível A;
  - nosso ajudante deve deixar a mangueira esticada na parede 2, mantendo-a presa;
  - quando o nível da água coincidir com o nível A das paredes 1 e 2, sem a menor alteração, significará a ocorrência de equilíbrio. Nosso ajudante riscará na parede 2, o nível em que a água estacionou na mangueira;
  - agora, basta transportarmos o nível A da parede 1 para a parede 2, já que na mangueira a água atingirá a mesma altura nas duas pontas.

b) nivelamento barométrico

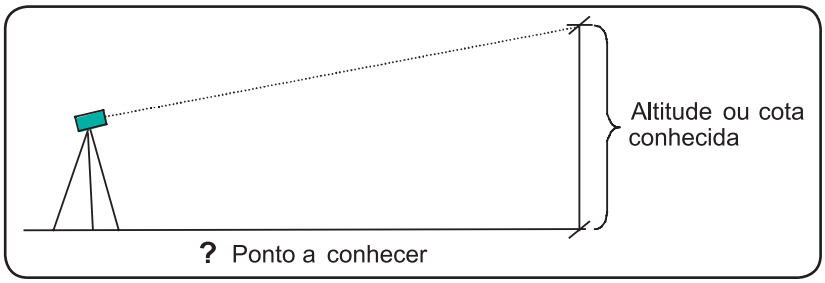
Baseia-se no princípio da relação que existe entre as diferenças de níveis entre dois pontos e as pressões atmosféricas. (A temperatura pode interferir na observação).

c) nivelamento trigonométrico

É um nivelamento executado a longa distância. A finalidade deste método é a mesma dos demais métodos, ou seja, determinar a diferença de nível entre pontos, pode ser:

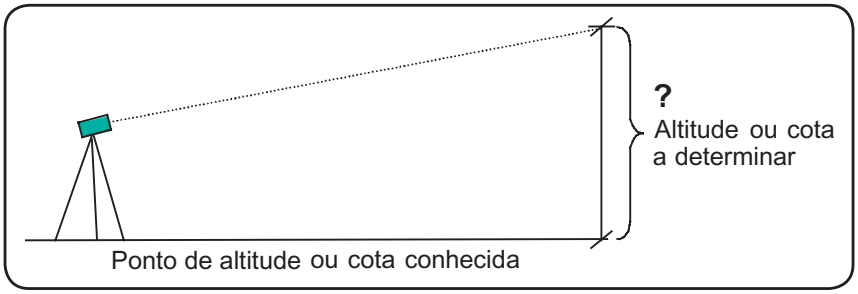
d) nivelamento à ré: estaciona o aparelho em um ponto de altitude ou cota a determinar e visa a um ponto de altitude ou cota conhecida.

Figura 165 — Nivelamento à ré



e) nivelamento vante: estaciona o aparelho em um pouco de altitude ou cota conhecida e visa ao ponto de altitude ou cota a determinar.

Figura 166 — Nivelamento vante



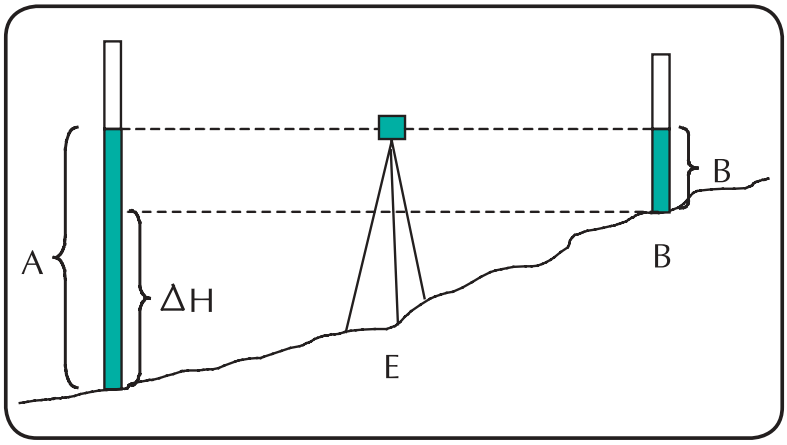
f) nivelamento geométrico: determina o desnível entre pontos, porém com uma precisão maior do que a dos métodos de nivelamento anteriores. Pode ser: linear simples; linear composto; irradiado simples e irradiado composto.

g) linear simples: caracteriza-se pela determinação de um único desnível. Conforme a posição do instrumento, três casos podem ocorrer:

- primeiro caso

O aparelho é estacionado a igual distância entre os pontos A e B (no meio) entre os quais deseja-se estabelecer o desnível.

Figura 167 — Nivelamento linear simples I

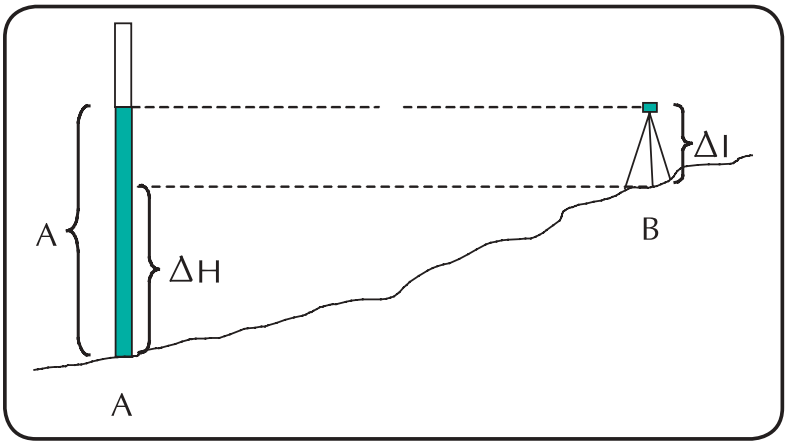


$$|\Delta H| = La - Lb \text{ ou } \Delta H = Lr - Lv$$

- segundo caso

O instrumento é estacionado sobre um dos pontos.

Figura 168 — Nivelamento linear simples II



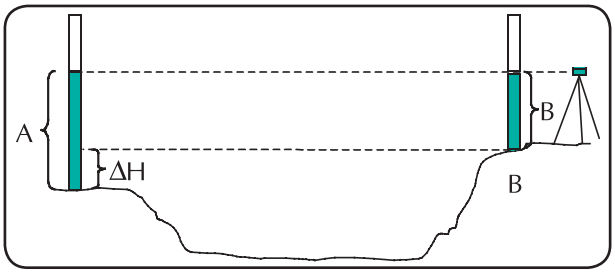
$$|\Delta H| = La - \Delta I$$

Estacionando no ponto B mede-se a altura do instrumento (ΔI) visa-se a unir a localizada no ponto A, fazendo-se a leitura correspondente ao fio médio. O desnível será:

- terceiro caso

O instrumento será estacionado atrás de um dos pontos.

Figura 169 — Nivelamento linear simples III

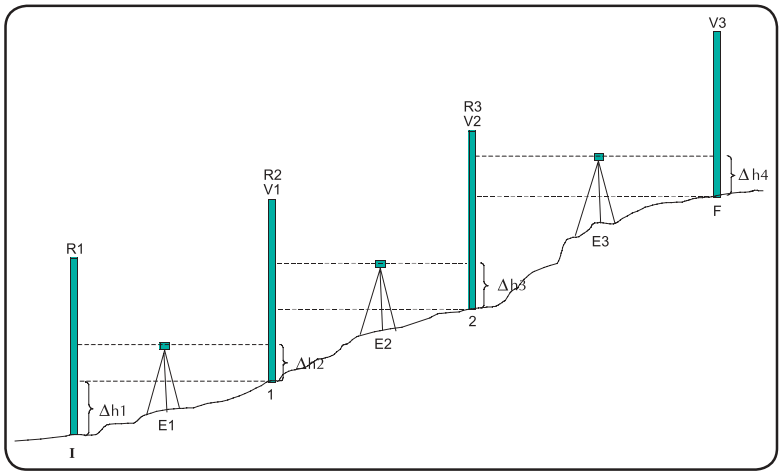


$$|\Delta H| = La - Lb \quad ou \quad \Delta H = Lr - Lv$$

Observação: dos três casos o primeiro é mais preciso.

- linear composto: nada mais é do que uma série de nivelamento lineares simples. O nivelamento linear composto deverá ser fechado para permitir o seu controle. Entende-se por nivelamento fechado, aquele que começa em um ponto de altitude ou cota conhecida e termina em um ponto de altitude conhecida, podendo o ponto de partida ser também o ponto de chegada.

Figura 170 — Nivelamento linear composto



Da figura tiramos:

Δh1 = Lr1 - Lv1

Δh2 = Lr2 - Lv2

$\Delta h3 = Lr3 - Lv3$

$\Delta h4 = Lr4 - Lv4$

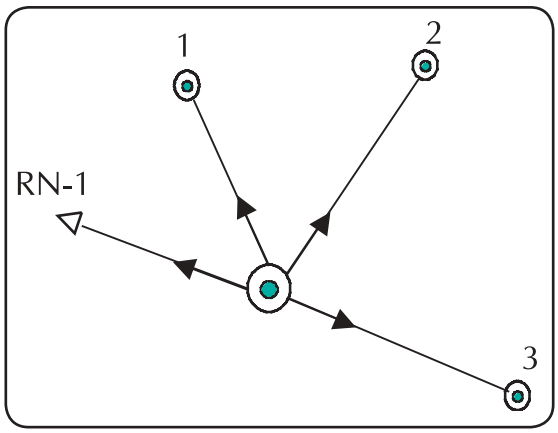
Então:

$$\Delta Hif = \Delta h1 + \Delta h2 + \Delta h3 + \Delta h4 + \ldots$$

- irradiado simples: estaciona-se o nível em ponto qualquer, fora do alinhamento dos pontos a nivelar, e lê-se as miras localizadas nos demais pontos. A primeira leitura é considerada leitura ré, as demais são consideradas leituras vantes.

A leitura ré é feita sobre um ponto de altitude ou cota que determinará a altitude do plano de referência. Uma vez estabelecido o plano de referência os demais pontos terão suas altitudes ou cotas, subtraindo-se as leituras vantes do plano de referência.

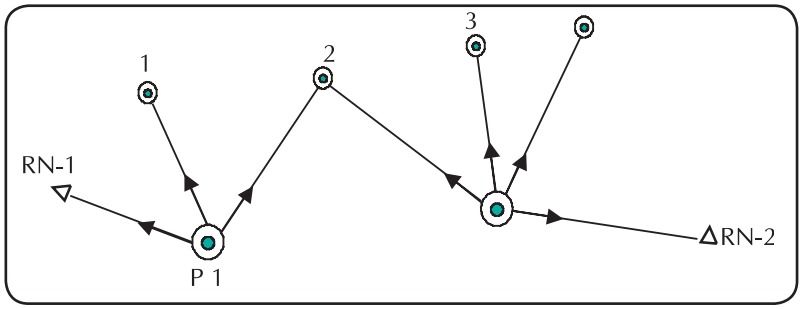
Figura 171 — Nivelamento irradiado simples



- irradiado composto: o nivelamento é composto quando for necessário mais de um estacionamento.

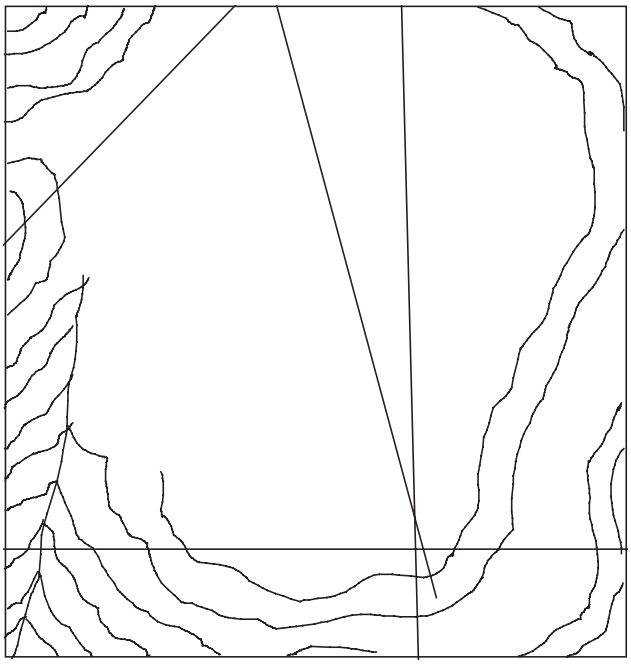
Aqui também é válido o conceito de nivelamento fechado utilizado no nivelamento geométrico linear composto.

Figura 172 — Nivelamento irradiado composto



- curva de nível: é uma representação gráfica do relevo de uma área, apresentando suas altitudes ou cotas.

Figura 173 — Curva de nível



9.10. 1. Escalas

Nas plantas, os ângulos são representados com a mesma abertura que tem no terreno, o que não se pode fazer com relação aos comprimentos. Assim, recorre-se à escala que corresponde à razão existente entre o comprimento desenhado e o real.

Suponhamos que a razão seja 200. Pode-se representar a escala, nesse caso, de duas maneiras: 1:200 ou 1/200. Ambas significam que o comprimento de 1cm na planta equivale a 200cm no terreno, isto é, 2m na realidade.

Escolhe-se a escala em função: dos detalhes que se quer representar (desenho grande ou pequeno); do tamanho do papel de que se dispõe; ou da qualidade do trabalho de levantamento. Assim, um levantamento preciso e rico em detalhes e informações requer uma planta em desenho grande, com todos os dados possíveis e necessários a vários tipos de trabalho.

Ao reproduzir-se uma planta, pode-se fazê-lo de dois modos:

- cópia: na mesma escala original;
- ampliação ou redução: em escala diferente.

Na redução, a escala é maior, porque o desenho é menor; na ampliação, dá-se o contrário.

9.11. Numeração predial

9.11.1. Generalidades

Para preencher as fichas com os dados referentes a domicílios e estabelecimentos, precisamos conhecer a rua e o número do prédio. É necessário proceder-se à correta numeração das casas antes de organizar o fichário.

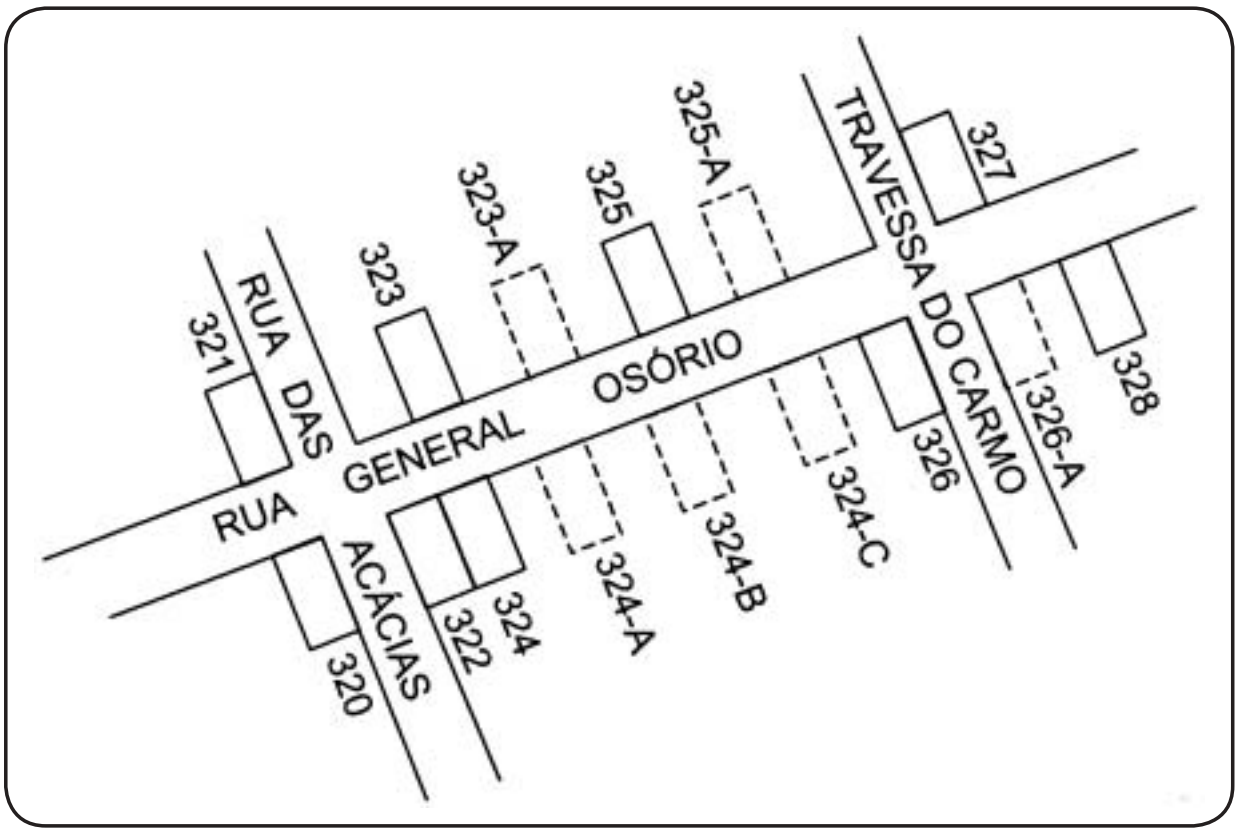
Em muitas cidades do interior, a numeração irregular e desordenada tem causado sérios embaraços ao serviço, acarretando diminuição sensível das visitas domiciliares, uma vez que se perde muito tempo procurando localizar determinada casa.

É necessário ainda manter entendimento com a prefeitura no sentido de obter autorização para a realização do serviço, fornecimento das novas placas e colaboração dos funcionários necessários.

A numeração das casas em seqüência (par de um lado da rua e ímpar do outro) apresenta um inconveniente ao construir-se uma nova casa; esta deve tomar o mesmo número da casa que a antecede, acompanhado de uma letra, para poder distingui-la. Essa numeração tem também a desvantagem de não poder dar idéia das distâncias (figura 174).

A numeração pela ordem natural dos números tem o inconveniente de necessitar do conjunto número-letra e de não dar idéia da distância até o ponto inicial da numeração.

Figura 174 — Numeração em ordem numérica



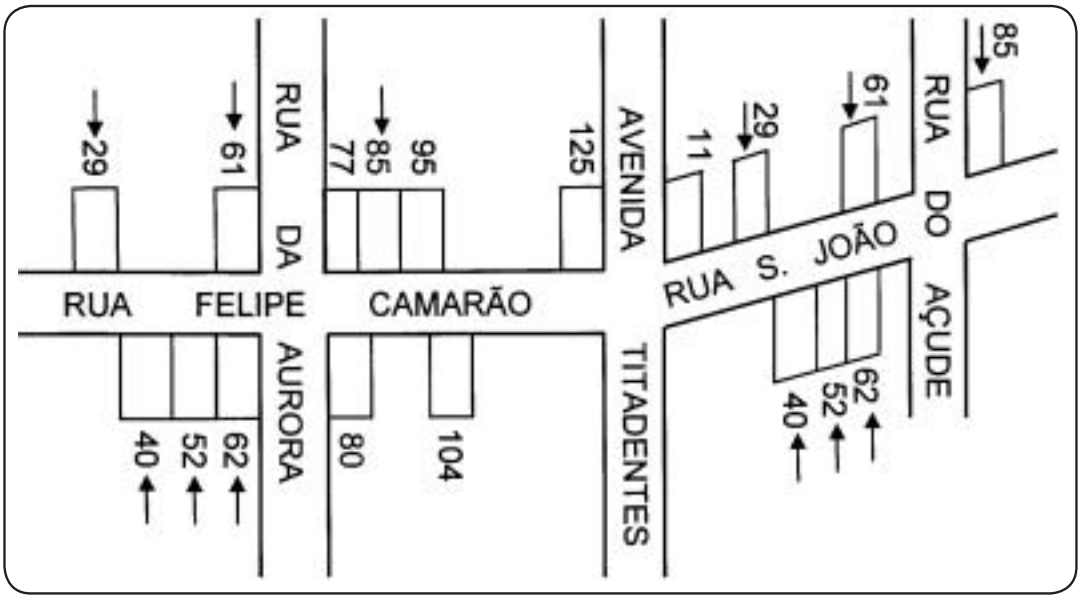
9.12. Numeração métrica

A mais aconselhável é a numeração métrica, mais prática que a feita por quarteirão, uma vez que não há regularidade nas dimensões e disposições destes.

A medição deve ser feita com trena ou corda marcada, seguindo-se a linha média ou eixo da rua. O início deve estar em ponto fixo, sempre que possível: praça, início de rua cega, margem de rio, etc., a fim de evitar a possibilidade de mudança de número futuramente. A numeração seguirá ao longo da rua toda, mesmo que esta se divida em várias seções, com nomes diferentes, pois, se estes forem mudados ou transformados em um só, posteriormente, não haverá alteração dos números.

A mesma rua com diferentes nomes (Rua Felipe Camarão, Rua São João) deve ter numeração corrida, pois, se algum dia chegar a ter um só nome (Rua da República, por exemplo), não haverá números iguais numa mesma rua (figura 175).

Figura 175 — Uma só rua com dois nomes

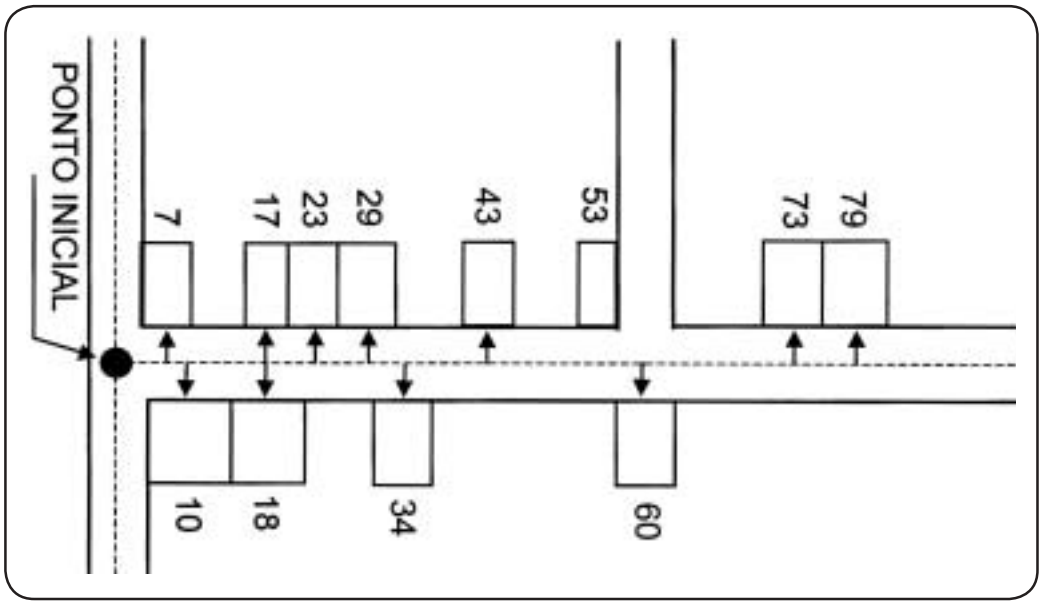


As distâncias são medidas do meio da fachada de uma casa ao meio da seguinte, podendo a placa estar colocada próximo a esse ponto, embora seu número indique a distância métrica exata entre a origem da rua ao meio da fachada (figura 176).

Deve-se pregar as placas entre a porta e a janela, preferencialmente, adotando-se a mesma altura para todos.

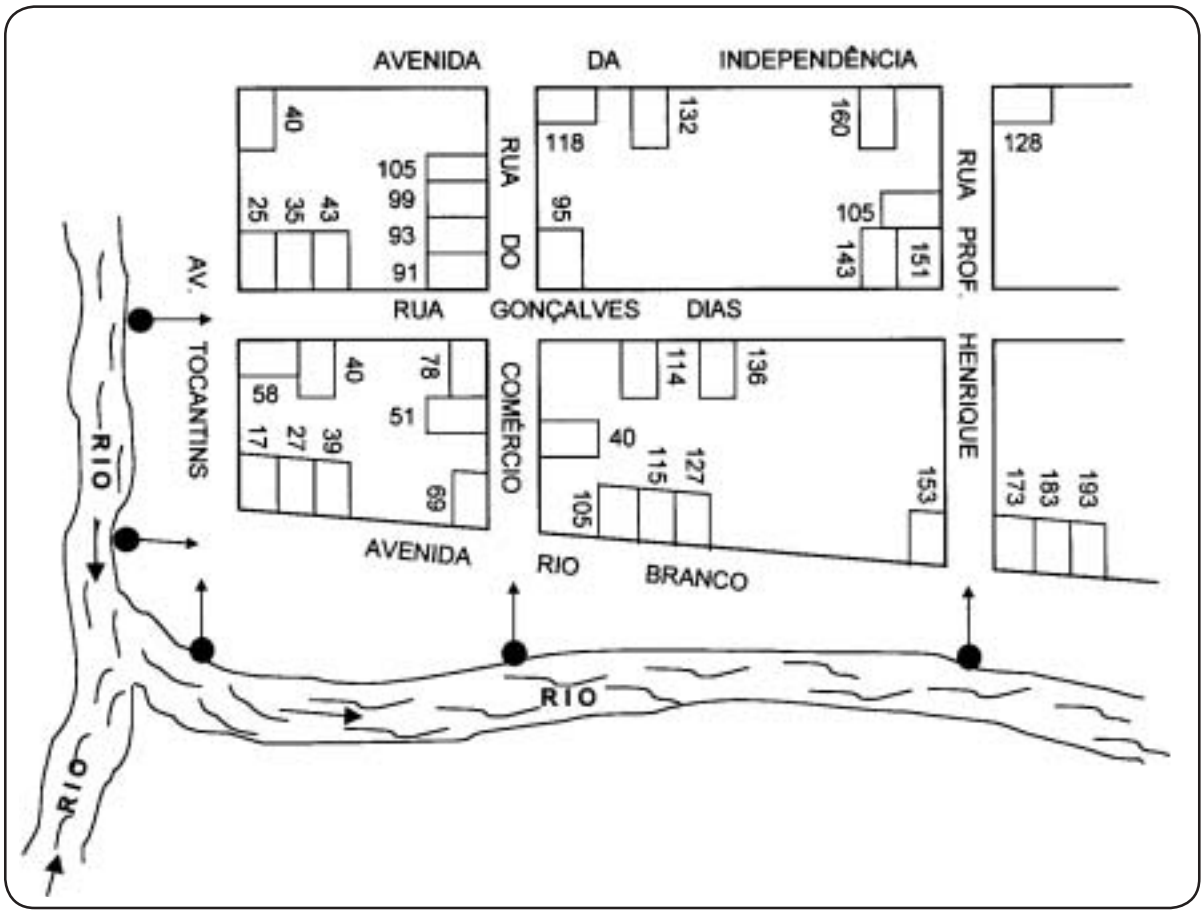
A numeração deve ser feita medindo-se a distância do ponto inicial até a metade da fachada da casa.

Figura 176 — Numeração a partir de um ponto inicial



Quando a cidade fica na confluência de dois cursos de água, sejam dois rios ou um rio e um igarapé, formando, às vezes ângulo reto ou quase reto, a maioria das ruas iniciar-se-á na margem dos dois cursos de água (figura 177).

Figura 177 — Números pares à direita e ímpares à esquerda, a partir da margem do rio



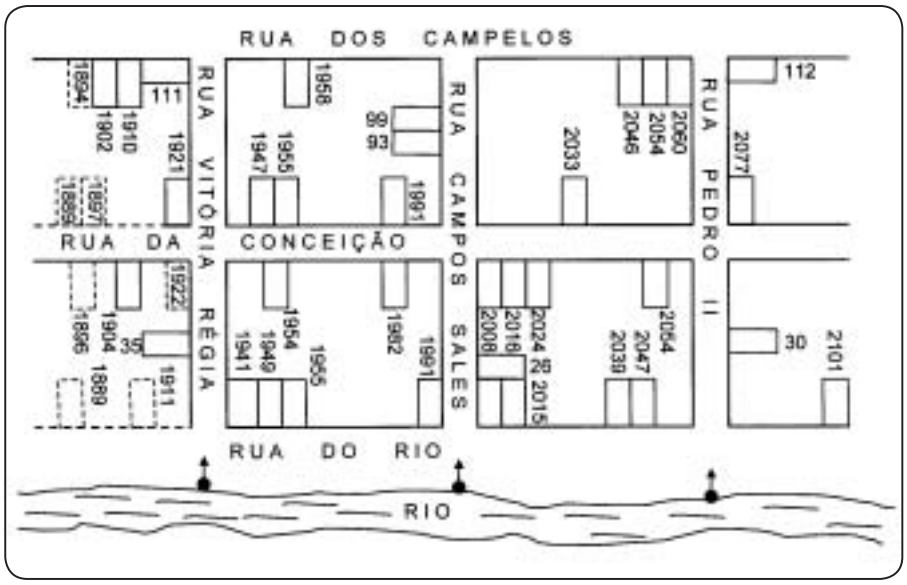
Quando a cidade fica na margem de um curso de água, expande-se facilmente no sentido transversal isto é, para a direita e para a esquerda. Nesse caso, as ruas perpendiculares ao rio terão início na margem deste.

Quanto às ruas transversais, a numeração será feita da esquerda para a direita ou vice-versa, conforme a cidade se tenha expandido mais para um lado do que para o outro, de acordo com suas condições topográficas. Escolhe-se uma rua-eixo, perpendicular ao rio, central ou na parte extrema da cidade que tenha menos probabilidade de expandir-se (figura 178).

Cada rua transversal deverá iniciar-se a dois mil metros da rua-eixo, à esquerda ou à direita; as casas à direita desta terão numeração superior a dois mil metros e as da esquerda, inferior, ou vice-versa. Partindo-se da rua-eixo para o início da rua, o número de metros em que se encontra a casa será diminuído de 2.000 metros, a fim de achar o número a ser colocado nesta. No outro sentido, os números serão adicionados a 2.000 (figura 178).

As ruas que têm início na margem do rio podem ser numeradas como a Rua Pedro II, isto é, a partir da margem do rio. As ruas paralelas ao rio terão início de sua numeração a 2.000 metros à esquerda do eixo da Rua Campos Sales (Rua eixo).

Figura 178 — Numeração a partir da margem do rio e numeração a partir de um ponto e número estabelecido

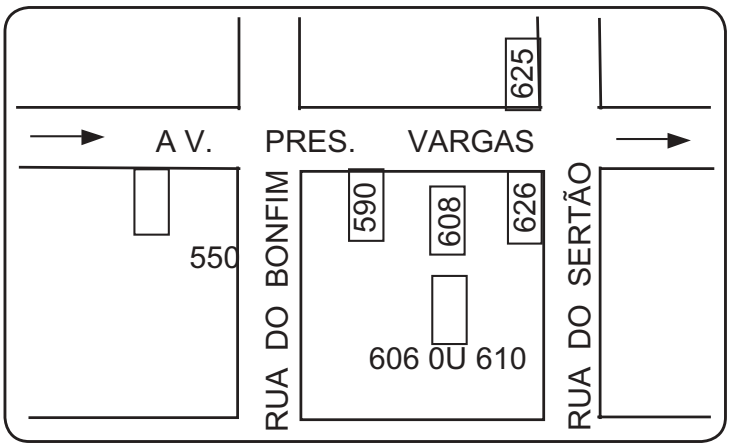


Se o início de duas ruas coincidir com o término de outra, formando um Y, a numeração de uma rua deverá continuar a da precedente a fim de evitar futuras mudanças.

Quando houver uma casa por trás de outra na mesma rua e a mesma distância do ponto inicial de contagem, a casa da frente para a rua tomará o número que representa a distância em metros do ponto inicial; a de trás terá o número consecutivo seguinte a esta, par ou ímpar (figura 179).

O número da casa sem frente para a rua poderá ser 606 ou 610 (figura 179)

Figura 179 — Casa de frente e de fundos no mesmo alinhamento

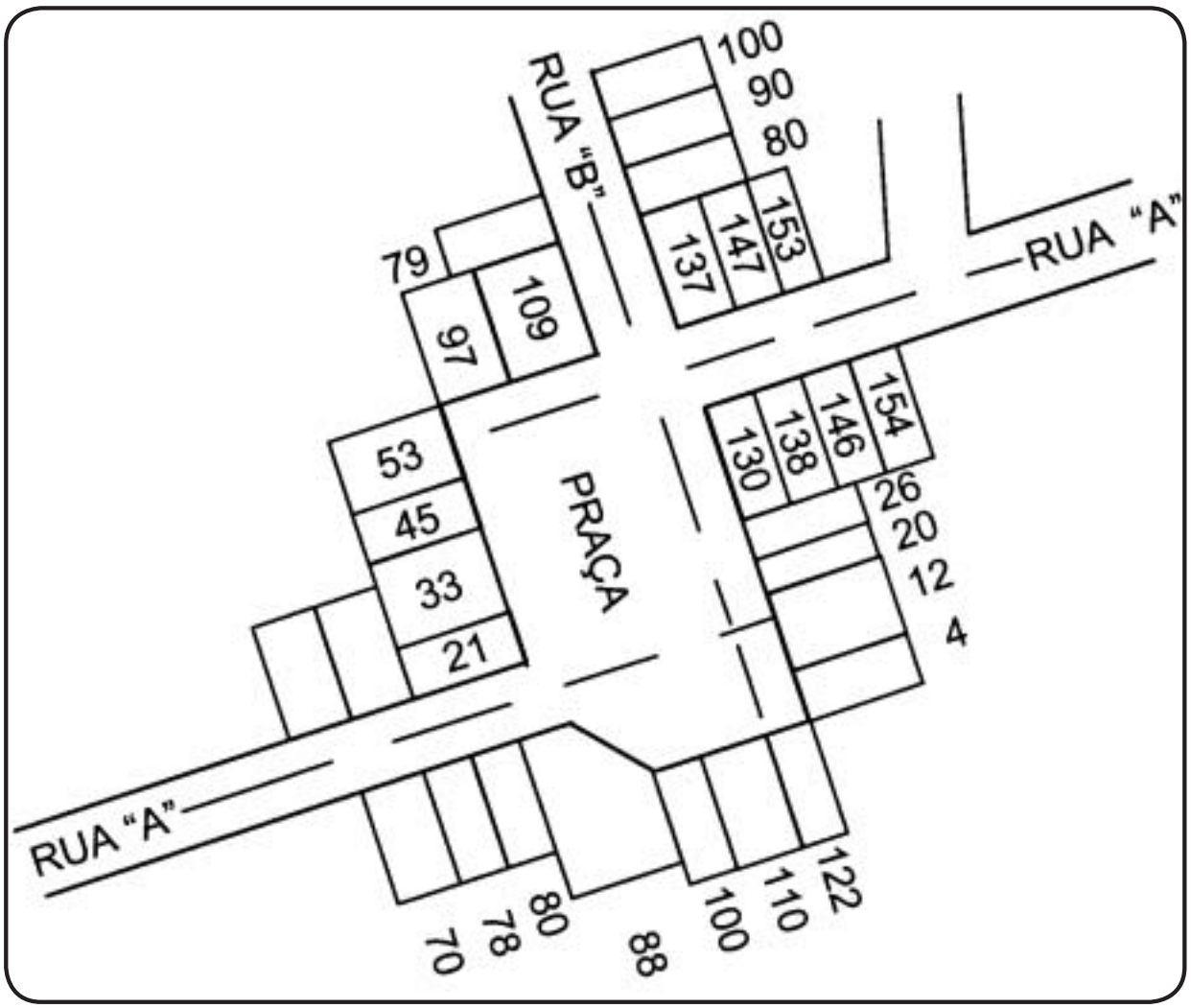


Nas cidades do interior, devido à falta de bom plano urbanístico nem sempre as ruas seguem orientação definida, como na figura 180. Nesse exemplo, as duas ruas são consideradas como uma só e as casas da praça, paralelas ao eixo da rua, são numeradas em continuação às da rua A. As casas da praça, de direção perpendicular ao eixo da rua, são numeradas a partir de uma origem definida na própria praça.

Quando duas casas ficam em frente uma da outra, em lados opostos da rua, uma toma o número de metros medidos e a outra, uma unidade a mais ou a menos (figura 181). Os dois lados da rua podem ser numerados simultaneamente, usando-se trena ou corda marcada; podem-se usar escadas a fim de colocar os números na verga da porta principal, preferencialmente, ficando os números pares à direita e os ímpares à esquerda.

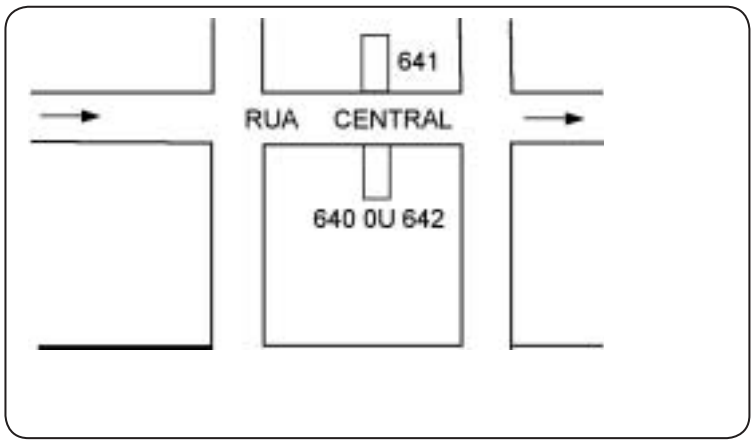
No caso da praça ser pequena, as casas paralelas ao eixo da rua "A" terão numeração corrida. As casas paralelas ao eixo da rua "B" terão numeração principiando na praça.

Figura 180 — Numeração quando a praça for pequena



Se a medição deu como resultado 641 metros, a casa da esquerda será 641 e, a casa da direita, uma unidade a mais ou a menos.

Figura 181 — Numeração par será à direita e impar à esquerda



Algumas vezes, especialmente quando a casa é de palha ou de barro, é impossível pintar o número em lugar conveniente (moldura da janela, porta, parede de cima da porta). Nesse caso, podem-se usar pequenas placas retangulares de madeira com os números das casas, pregando-se estas acima das portas dos barracos ou em outro lugar bem visível.

Se na mesma casa funcionarem dois estabelecimentos comerciais ou residirem duas famílias separadas por um tabique, parede ou qualquer divisão, mas tendo portas de entrada diferentes, deverá ser colocado um número na parte superior de cada porta, representando o número de metros até o ponto inicial de medição.

Os números anteriores aos de numeração métrica deverão ser retirados.

Após numeradas todas as casas da cidade, de acordo com a prefeitura, deve-se enviar um ofício ao prefeito, solicitando a emissão de uma portaria a fim de oficializar os novos números; deve-se mandar cópias destas correspondências para o correio, as coletorias, etc.

A numeração das casas deverá ser precedida e acompanhada de uma campanha de esclarecimento da população sobre suas vantagens, tais como: necessidade de endereçar correspondência e documentos com exatidão; saber informar o endereço certo aos orgãos públicos, etc.

Cada casa construída deve ser devidamente numerada. Para calcular seu número, deve-se medir a distância entre ela e a casa vizinha no mesmo lado. O número obtido deve ser somado ao da vizinha, se ficar depois desta, e subtraído, se ficar antes.

Os demais casos característicos de cada lugar deverão ser resolvidos, tendo sempre em mente:

- a abstração dos nomes das ruas;
- a fixação do ponto inicial de medição;
- a impossibilidade de mudança do número, futuramente.

Não se obtendo placas esmaltadas, pode-se pintar o número na parede ou na placa de madeira, usando-se tinta apropriada.

9.13. Numeração dos quarteirões

É feita isoladamente em cada bairro, nas cidades grandes. Nas pequenas (menos de 20 mil habitantes), é feita, considerando-se a cidade toda como um bairro único.

Emprega-se os números na ordem natural, sempre de leste para oeste, ou de norte para sul, conforme a direção em que o número de quarteirões é maior. Os números são escritos no mapa, no centro dos quarteirões, colocados na ordem natural e de modo que a leitura se processe sem recuos. (figura 182).

O início, a continuidade e o fim do quarteirão são assinalados no muro ou na parede da casa, com os desenhos convencionados. Os números que os acompanham são do quarteirão.

O início do quarteirão é contado a partir de uma esquina, assinalado pela seta convencional da direita para a esquerda do observador situado na rua, em frente ao quarteirão.

Quando a cidade é igualmente desenvolvida nas quatro direções, pode-se tomar como referência uma rua-eixo que é dividida ao meio, sendo a numeração feita na ordem natural dos números, na primeira metade da cidade, continuando em seguida na segunda metade.

- vantagens:

Os quarteirões de nos 1 a 117 nas figuras 182 e 183 ficam à direita da rua-eixo. Os de nºs 118 em diante, à esquerda.

Figura 182 — Numeração de quarteirões - Exemplo I

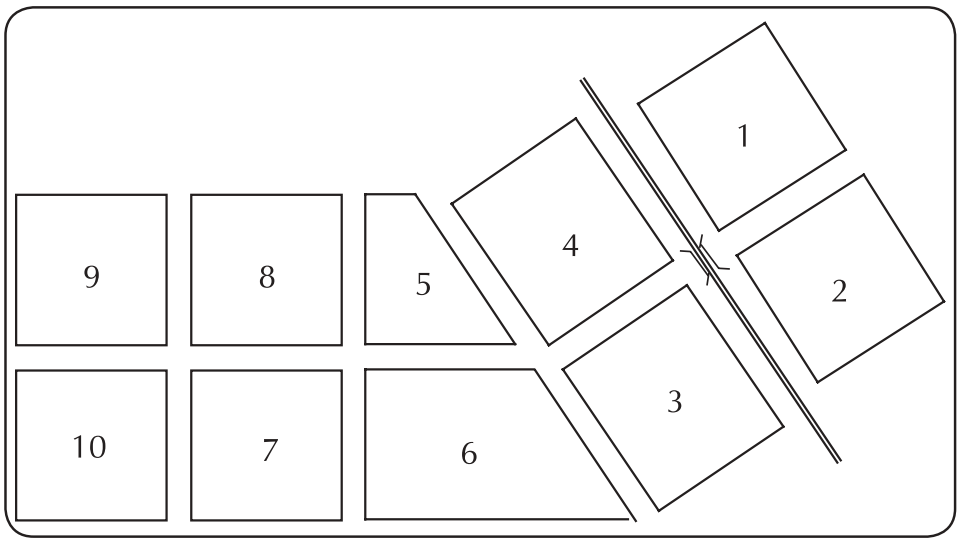
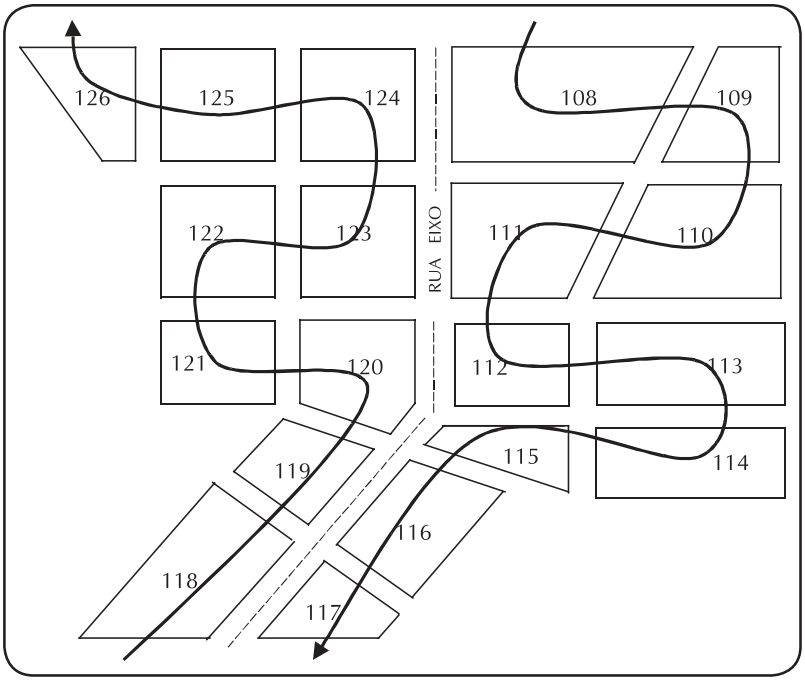


Figura 183 — Numeração de quarteirões - Exemplo II



9.14. Referências bibliográficas

MANUAL de instruções N-4 Sion. Montes Claros : [19--]. 10 p.

TOURINHO, P. L. M. *Apostila de topografia.* Rio de Janeiro : Escola de Engenharia Veiga de Almeida, 1990. 96 p.

Capítulo 10

Materiais de construção para saneamento

10.1. Materiais de construção

É de grande utilidade o conhecimento dos principais materiais de construção dentro dos numerosos tipos e espécies existentes. Se forem de fácil seleção, como areia, brita, tijolo, água, etc., não haverá problema em sua aquisição. Todavia, se forem de difícil seleção, como material elétrico, louças, cimento, ferragens, etc., deverão apresentar marca reconhecidamente boa e serem adquiridos em casa comercial idônea.

10.1.1. Água

Deverá ser limpa e clara, isenta de óleos, graxas, sal e materiais orgânicos. Poderá ser: de rio limpo, não barrenta; de bica; de chuva e de poço ou lagoa não salgada.

A água a ser utilizada na preparação de argamassa e concreto deve ser a estritamente necessária, pois quando em excesso, ao evaporar-se deixa cavidades que são prejudiciais e, quando insuficiente, prejudica a pega.

10.1.2. Areia

Deverá ser isenta de sal, óleos, graxas, materiais orgânicos e barro. Pode-se usar areias de rio e de terreno, evitando-se a areia de praia (que contém sal), e as que contém barro ou húmus.

a) classificação das areias:

- grossas: as que passam pelos furos de 7mm de diâmetro ou malhas quadradas de 4,8mm e são retidas nos furos de 2mm ou malhas quadradas de 1,2mm. São indicadas para o preparo do concreto;
- médias: as areias que passam pelos furos de 2mm ou malhas de 1,2mm e são retidas nos furos de 0,4mm ou malhas de 0,3mm. São indicadas para alvenaria e emboços;
- finas: as areias que passam pelos furos de 0,4mm ou malhas de 0,3mm. São indicadas para reboco.

10.1.3. Cal

Serve como aglomerante ou corante, pois pode ser utilizada em argamassa ou pintura. A cal virgem não pode ser empregada diretamente, devendo ser extinta (hidratada) pelo menos 48 horas antes do uso. Para tanto, deve-se adicionar dois ou três volumes de água para cada um de cal, formando-se uma pasta branca de cal extinta, após certo tempo. As mãos não devem ter contato com ela, pois se trata de substância cáustica.

10.1.4. Cimento

É o aglomerante ou aglutinante utilizado para reunir pedras e areia (aglomerados graúdo e miúdo). O cimento comum é o *portland*, de que há vários tipos: de pega normal (comum); de pega rápida (só a pedido); branco (para efeito estético).

Na construção ou reforma de uma casa, algumas regras tem que ser observadas em relação ao cimento:

- não use cimento empedrado;
- verifique se o saco de cimento não está úmido ou molhado;
- não é pela cor mais clara ou mais escura ou se o saco está quente ou frio que se verifica a qualidade do cimento.

Na armazenagem do cimento, empilhe os sacos sobre um estrado de madeira afastado da parede. Ponha no máximo 10 sacos em cada pilha, se o mesmo ficar estocado por mais de duas semanas.

10.1.5. Pedra britada

Destinada, especificamente, ao concreto. Deve ser angulosa, resistente (pois geralmente provém de granito), limpa de terra, de barro e de pó de pedra. É classificada, de acordo com sua dimensão, em:

- brita 1: (tamanho menor que 1cm)
- brita 2: (tamanho entre 1 e 2cm);
- brita 3: (tamanho entre 2 e 5cm).

10.1.6. Ferro de construção

Usa-se comumente o ferro forjado redondo, vendido em quilos, sob a forma de varas ou de rolos.

Tabela 26 — Relação peso/diâmetro dos ferros de construção mais comuns

Diâmetro (mm) - (″)	Peso Quilos/metro (kg/m)
4,76 - 3/16	0,160
6,35 - 1/4	0,248
9,52 - 3/8	0,624
12,70 - 1/2	0,988

10.1.7. Tijolo

Os tijolos são pedras de determinadas formas e dimensões, feitas artificialmente com argilas cozidas, previamente amassadas e moldadas.

Dependendo do modo de confecção e do tipo de argila empregada, os tijolos podem ser: tijolos crus ou adobe; tijolos ordinários e tijolos refratários.

a) tijolos crus ou adobes

São tijolos que não sofreram cozedura, sendo simplesmente secados ao ar ou ao sol. São utilizados em construções modestas.

b) tijolos ordinários

Podem ser maciços ou furados e são feitos com argila comum e cozidos em fornos , o que lhe dá dureza e resistência. São empregados nas construções em geral.

Tabela 27 — Tijolos furados

Quantidade por m^2		
Tijolo (cm)	Tijolo em pé (10cm)	Tijolo deitado (20cm)
10x20x20	25 unidades	50 unidades
10x20x30	17 unidades	34 unidades

c) tijolos refratários

São preparados com argila quase pura e tem a propriedade de resistirem a temperaturas elevadas sem se deformarem. São empregados no revestimento interno de fornos, fornalhas e outros.

10.1.8. Bloco de concreto

É feito com argamassa de cimento e areia, largamente utilizado na construção civil. O bloco de concreto tanto pode ser estrutural ou ser utilizado como alvenaria. Suas dimensões usuais são 10x20x40cm e 20x20x40cm. O assentamento de ambos é em pé e são utilizados 13 unidades por m^2.

10.1.9. Azulejo

É o material mais usado no revestimento de banheiro, de cozinha, de lavanderias, etc. São colocados diretamente sobre o emboço (massa grossa) e nunca em cima do reboco (massa fina). A massa para assentamento é composta de uma parte de cimento, 1 ½ de cal e quatro de areia. Os azulejos devem ficar 24 horas submerso na água antes de serem assentados. Molhe a parede emboçada antes de receber a massa de assentamento. O azulejo é fixado sobre a massa ainda fresca, usando para isso cimento e água (nata) para a perfeita colagem.

10.1.10. Madeira

Deve ser bem seca, livre de brocas e fendas. Sugestões para diversos tipos a usar:

- para andaimes, barracão e escoramento: madeira mais barata do local (pinho do Paraná de 2ª);
- para formas de concreto: madeira barata, porém, de boa qualidade (pinho do Paraná, freijó, mandioqueira);
- para o telhado e taco: madeira de lei bem seca (maçaranduba, sucupira, ipê, araribá);
- para porta e janela: madeira de lei bem seca (cedro, peroba, sucupira, imbuia, acaju, canela);
- para o forro: cedro, canela, peroba;
- para os caibros de estrutura que o sustenta, o mesmo que para a estrutura do telhado;
- para escada: madeira de lei (peroba ou sucupira);
- para portas e gradil: madeira de lei (peroba, angelim, ipê);
- para rodapé: madeira de lei (canela, peroba, sucupira, angelim).

10.1.11. Telha

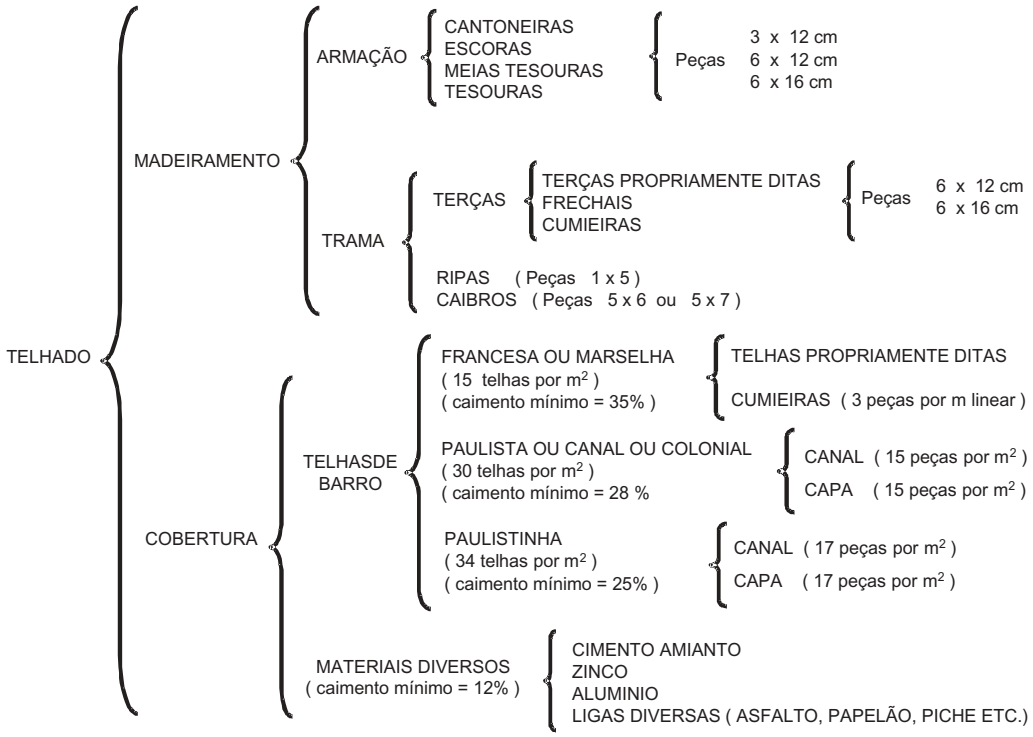
É o artefato utilizado para cobertura das construções.

- telha de Barro: deve ser bem cozida, sonora, com superposição e encaixes perfeitos. Para verificar-se sua resistência, colocam-se dois apoios a 25cm das extremidades da telha, pisa-se no centro desta, com todo o peso do corpo. Ela não deverá partir-se.

- telha Francesa: é a mais comumente usada. Suas dimensões são 41cm x 24cm. Seu peso, 2,0 kg a 2,7 kg. O número empregado por m^2 é de 15 a 16. A distância entre as ripas, de 33,5cm (qualquer fiada) e 20cm (primeira fiada), A inclinação mínima do telhado, 35%.
- telha Canal: custa quase o dobro da francesa mas é de efeito mais bonito. Suas dimensões são 41cm x 17cm. Seu peso, 1,7 kg a 2,0 kg. O numero por m^2, 30 a 32. A distância entre as ripas, 35cm (qualquer fiada) e 31cm (primeira fiada). A inclinação mínima do telhado, 25%.
- telha de Cimento Amianto: seu preço por m^2 é mais alto que o da telha francesa, porém, exige menor quantidade de madeira na estrutura. Sua espessura é de 6mm (normal), podendo ser de 4mm ou de 8mm. A inclinação mínima é 10%.

10. 2. Peças do telhado

As peças utilizadas para composição dos telhados são discriminadas no esquema apresentado a seguir:



10.3. Composições

10.3.1. Argamassas

É a mistura de materiais aglomerantes (cimento ou cal) com aglomerados ou agregados miúdos (areia) e água na proporção adequada para a boa trabalhabilidade, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. A denominação da argamassa é em função do aglomerante, por exemplo:

- argamassa de cal;
- argamassa de cimento;
- argamassa mista (cimento + cal).

Tabela 28 — Argamassa de cal - unidade: m³

Especificações	Unidade	Traços			
		1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 4
Cal	m³	0,66	0,44	0,33	0,264
Areia	m³	0,66	0,88	0,99	1,056
Água	lata	18,3	12,2	9,2	7,3
Amassador	dia	0,70	0,70	0,70	0,70

Tabela 29 — Argamassa de cimento - unidade: m³

Especificações	Unidade	Traços					
		1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7
Cimento	kg	645	434	325	260	217	176
Areia	m³	0,993	1,120	1,167	1,200	1,225	1,244
Água	lata	18,0	12,0	9,0	7,2	6,0	4,9
Amassador	dia	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabela 30 — Argamassa de cimento - unidade: m³

Especificações	Unidade	Traços					
		1 : 8	1 : 9	1 : 10	1 : 11	1 : 12	1 : 13
Cimento	kg	163	144	130	115	100	93
Areia	m³	1,244	1,260	1,275	1,288	1,302	1,312
Água	lata	4,5	4,0	3,6	3,2	2,8	2,6
Amassador	dia	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Nota: A lata usada como medida é de capacidade de 18 litros.

Quadro 36 — Traço para argamassa de acordo com a finalidade

Argamassa para Assentamento			
Aplicação	**Traço**	**Rendimento por saco de cimento**	**Instruções de uso**
Tacos.	1 lata de cimento 3 latas de areia	4 m²	Assentar os tacos sobre uma camada de argamassa com 3cm a 4cm de espessura, diretamente sobre uma base de concreto magro ou sobre uma laje. Não pisar antes de dois dias.
Ladrilhos.	1 lata de cimento 1 ½ lata de cal 4 latas de areia	7 m²	Após o assentamento dos ladrilhos no piso, espalhar uma nata de cimento e água e puxar com um rodo. Limpar com um pano seco quando a nata começar a secar.
Azulejos.		7m²	Para o rejuntamento dos azulejos da parede, utilizar uma pasta de cimento branco.
Alvenaria de tijolos de barro cozido.	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia	10m²	Antes do assentamento da primeira fiada sobre a fundação, fazer uma camada de regularização e nivelamento, com o traço de uma lata de cimento e três latas de areia. Esta mesma argamassa deve ser usada para o assentamento das três primeiras fiadas.
Alvenaria de tijolos cerâmicos (seis ou oito furos).		16m²	
Alvenaria de blocos de concreto.	1 lata de cimento ½ lata de cal 6 latas de areia	30m²	Antes do assentamento da primeira fiada sobre a fundação, fazer uma camada de regularização e nivelamento. Em época de muito calor, molhar a alvenaria durante três dias.

Notas: 1. A lata usada como medida e de capacidade de 18 litros.
2. A medida de cal pode ser substituída pela quantidade necessária de caulim, saibro, barro, etc.

Fonte: ABCP, (sem data).

Quadro 37 — Argamassas para revestimento

Aplicação	Traço	Rendimento por saco de cimento	Instruções de uso
Chapisco	1 lata de cimento 3 latas de areia	30 m²	O chapisco é a base do revestimento. Sem ele, as outras camadas de acabamento podem descolar da parede ou do teto. Em alguns casos, como em muros, pode ser o único revestimento. A camada de chapisco deve ser a mais fina possível.
Emboço (massa grossa)	1 lata de cimento 2 latas de cal 8 latas de areia média	17 m²	O emboço é a camada que serve para regularizar a superfície da parede ou do teto. Sua espessura deve ser de 1cm a 2,5cm.
Reboco (massa fina)	1 lata de cimento 2 latas de cal 9 latas de areia peneirada	35 m²	Esta camada de acabamento final da parede ou do teto deve ser a mais fina possível.

Notas: 1. A lata usada como medida deve ser de 18 litros.
2. A medida de cal pode ser substituída pela quantidade necessária de caulim, saibro, barro, etc.

Fonte: ABCP, (sem data).

10.3.2. Concreto

É um material obtido da mistura convenientemente dosada de cimento, agregado graúdo (pedregulho ou pedra britada), agregado miúdo (areia ou pó de pedra) e água.

Traço ou dosagem é a indicação das proporções empregadas, com relação aos elementos componentes do concreto. A expressão 1 : a : p significa que, na confecção do concreto, devem entrar uma parte de cimento e, respectivamente, a e p partes de areia e pedregulho. A indicação de uma dosagem só será completa quando fizer referência à quantidade de água por unidade de medida de cimento.

10.3.2.1. Principais requisitos para um bom concreto

a) resistência

Para suportar cargas externas e esforços internos. Os principais fatores que nela influem são:

- fator água-cimento: a quantidade de água que se mistura ao cimento *Portland* é, basicamente, fator de controle na produção de resistência;
- qualidade da água: a água não deve conter elementos que perturbem as reações relativas ao endurecimento, como sejam quantidades nocivas de óleo, de materiais alcalinos ou orgânicos;
- qualidade do agregado: além de ser resistente, durável e sem ação química nociva sobre o cimento, não deve levar para o concreto elementos estranhos, prejudiciais às reações do cimento ou que dificultem a aderência da pasta aos grãos de pedra;
- mistura de concreto: uma boa mistura é indispensável para produzir um contato perfeito entre as partículas de cimento e de água;
- idade: a resistência do concreto cresce com a idade;
- cura: o secamento rápido do concreto interrompe o processo de endurecimento, impedindo a realização completa das reações; por esse motivo costuma-se proteger as obras de concreto, durante as primeiras semanas, irrigando-as abundantemente; o período mais importante da cura do concreto é o inicial (primeiros dias de idade);
- atividade: dependendo do fenômeno de endurecimento das reações dos elementos ativos do cimento com água, quanto maior a energia do cimento empregado, maior a resistência resultante para o concreto.

b) consistência plástica

O concreto deve apresentar mobilidade satisfatória para ser moldado, a fim de ocupar todo o volume das formas e deslizar facilmente entre os ferros da armadura, sem separação dos elementos que o compõem.

Concretos de consistência não plástica são devidos a:

- quantidade pequena de água;
- quantidade muito elevada de água;
- quantidade muito elevada de agregado;
- proporção muito elevada de pedregulho ou de brita.

Deve-se fazer a correção da plasticidade pela variação da quantidade de agregado e não pela adição de água.

c) impermeabilidade

Meios de obtê-la:

- manter relação fraca de água-cimento: o excesso de água sacrifica a permeabilidade, em virtude do aumento de seus poros;
- utilizar cimento em boas condições;
- ter o máximo cuidado na cura;
- evitar vazios pela escolha da consistência adequada.

10.3.2.2. Concreto armado

O concreto é um material que se caracteriza pela resistência mecânica, isto é, pela capacidade de resistir muito mais à compressão do que à tração. Por esse motivo, quando ambas atuam e se quer aproveitar ao máximo a resistência à compressão, deve-se reforçar o concreto com material mais resistente à tração. Assim se forma o concreto armado - aquele no qual se mergulham barras de outro material, que constituem sua armadura, atuando solidariamente com ele, a fim de resistir aos esforços da tração.

O material da armadura universalmente empregado é o ferro, embora se tenha feito algumas tentativas de pequeno vulto para substituí-lo por outros materiais, como bambu e fibro-cimento.

Tabela 31 — Concreto - unidade: m³

Especificações	Unid.	Traços						
		1: 2 : 3	1: 2 : 4	1 : 3 : 3	1: 3 : 4	1 : 3 : 5	1 : 3 : 6	1 : 4 : 8
Cimento	kg	344	338	260	250	240	217	194
Areia	m³	0,78	0,76	0,75	0,70	0,654	0,59	0,554
Brita	m³	0,73	0,79	0,75	0,80	0,852	0,92	1,013
Água	lata	9,5	9,4	7,2	7,0	6,6	6,0	5,4
Amassador	dia	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

Quadro 38 — Concreto e suas aplicações

Aplicação	Traço	Rendimento por saco de cimento	Instruções de uso
Base para fundações e pisos	1 saco de cimento 8 latas de areia 11 latas de pedra 2 latas de água	14 latas ou 0,25m³	Este é o chamado "concreto magro" que serve como base para pisos em geral. Antes de receber o concreto magro, o solo deve ser nivelado e socado.
Fundações (alicerce)	1 saco de cimento 5 latas de areia 6 ½ latas de pedra	9 latas ou 0,16m³	O concreto da fundação não poderá ser colocado diretamente sobre a terra. Antes o solo deverá receber um lastro de "concreto magro" com cerca de 5cm de espessura.
Pilares, vigas e lajes (para construções com até dois pavimentos)	1 saco de cimento 4 latas de areia 5 ½ latas de pedra 1 ½ lata de água	8 latas ou 0,14 m³	O escoramento e as fôrmas das lajes e vigas só devem ser retirados três semanas após a concretagem. Para os pilares, uma semana é suficiente.

Notas: 1. A lata usada como medida deve ser de 18 litros.

2. Mantenha o concreto sempre molhado (cura), durante uma semana após a concretagem. Isso não impede que você, depois do terceiro dia, já possa executar outros serviços sobre o concreto.

Fonte: ABCP (sem data).

Quadro 39 — Como fazer a mistura do concreto

Concreto misturado à mão	Concreto misturado em betoneira
1. Espalhe a areia, formando uma camada de uns 15cm.	1. Coloque a pedra na betoneira.
2. Sobre a areia coloque o cimento.	2. Adicione a água.
3. Com uma pá ou enxada, mexa a areia e o cimento até formar uma mistura bem uniforme.	3. Ponha o cimento.
4. Espalhe a mistura, formando uma camada de 15cm a 220cm.	4. Por último, a areia.
5. Coloque a pedra sobre esta camada, misturando tudo muito bem.	
6. Forme um monte com um buraco (coroa) no meio.	
7. Adicione e misture a água aos poucos, evitando que escorra.	

Fonte: ABCP (sem data).

10.3.3. Parede de pedra

Tabela 32 — Dados para cálculo

Unidade: m^3

Especificações	Unidade	Quantidade
Pedra rachão	m^3	1,00
Argamassa	m^3	0,32
Água	lata	4,6
Pedreiro	dia	0,8
Ajudante	dia	0,7

10.3.4. Telhado

Tabela 33 — Dados para cálculo

Unidade: m^2

Especificações	Unidade	Telha francesa	Telha Canal
Telha	uma	15	30
Caibro	m	2,25	2,25
Ripa	m	3,20	3,20
Prego	Kg	0,12	0,12
Carpinteiro	dia	0,15	0,15
Ajudante	dia	0,15	0,15

10.3.5. Pavimentação

Tabela 34 — Dados para cálculo

Unidade m^2

Especificações	Unidade	Lastro c/ 8 cm (Laje Preparatória)	Cimentação c/ 2cm	Calçamento a Paralelepípedo
Concreto	m^3	0,08	-	-
Argamassa	m^3	-	0,02	0,02
Areia	m^3	-	-	0,10
Ladrilho	um	-	-	-
Água	lata	1,1	0,28	0,30
Pedreiro	dia	0,15	0,17	0,15
Ajudante	dia	0,30	0,17	0,30
Cimento pó	kg	-	-	-
Paralelepípedo	um	-	-	30

10.3.6. Forro

Tabela 35 — Dados para cálculo

Unidade: m²

Especificações	Unidade	Tábuas Próprias	Estuque	Ripa em Xadrez	Chapa Isolante	Laje Pré	Laje Maciça
Tábuas de forro	m²	1,05	-	-	-	-	-
Tela	m²	-	1,05	-	-	-	-
Ripa	m	-	-	14,0	-	-	-
Chapa	m³	-	-	-	1,05	-	-
laje	m²	-	-	-	-	1,05	-
pré Concreto	m²	-	-	-	-	-	0,06
Argamassa	m³	-	0,2	-	-	0,01	-
Tarugo	m³	0,5	-	-	-	-	-
Prego	kg	0,11	0,2	0,25	0,2	-	-
Ferro fino	kg	-	-	-	-	-	3,5
Viga	m	0,5	0,6	0,5	0,5	-	-
Barrote	m	2,5	2,6	2,5	2,6	-	-
Pedreiro	dia	-	-	-	-	0,135	0,2
Carpinteiro	dia	0,135	0,2	0,2	0,2	-	-
Ajudante	dia	0,135	0,2	0,2	0,2	0,135	0,5

10.3.7. Pintura - Aplicação (consumo por demão)

Tabela 36 — Dados para cálculo

Unidade: m²

Especificações	Unidade	(+) Emassamento			Pintura/parede		(++) Pintura	
		Parede	Madeira	Vidro	Água	Óleo	Base	Acabamento
Tinta de água	m³	-	-	-	0,0006	-	-	-
Tinta a óleo	kg	-	-	-	-	0,21	0,020	0,14
Massa	kg	0,3	0,13	0,8	-	-	-	-
Lixa	fl	1	0,5	-	-	-	-	-
Pintor	dia	0,13	0,08	0,20	0,02	0,03	0,03	0,04
Ajudante	dia	-	-	-	-	-	-	-

(+) Aparelhamento de superfície.

(++) Pinturas em madeiras e metais.

10.3.8. Preparo da superfície

Tabela 37 — Dados para cálculo

Unidade: - tinta de água: m^3
- tinta a óleo e massas: kg

Especificações	Unidade	Tinta de água m^3	Tinta a óleo kg	Massa kg	
				Vidraceiro	Aparelhar
Óleo de linhaça	Kg	15,0	0,3	0,15	0,15
Alvaiade	Kg	-	0,6	0,50	0,40
Gesso	Kg	-	-	0,50	0,45
Secante	Kg	-	0,02	0,03	0,03
Aguarrás	Kg	-	0,15	-	0,10
Cor	Kg	10,0	0,15	-	-
Cal virgem	Kg	420,0	-	-	-
Água	m^3	0,6	-	-	-
Servente	dia	1,5	0,05	0,05	0,05
Pintor	dia	-	0,12	-	0,02

10.4. Fundações

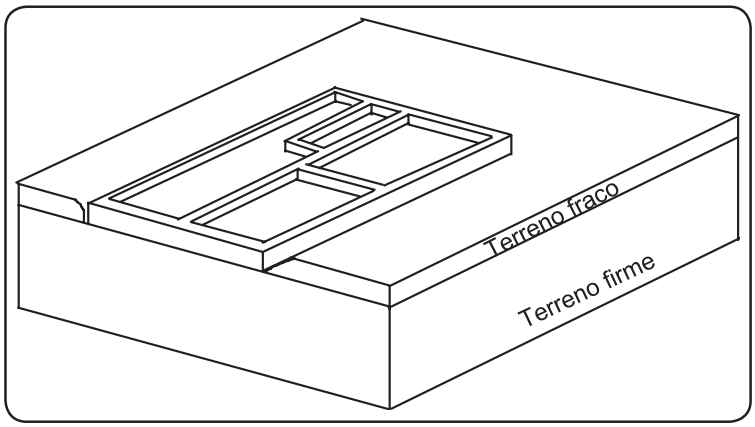
A fundação é a parte da obra que tem como finalidade suportar o peso e manter a construção firme. A escolha do tipo de fundação vai depender do tipo do solo do terreno. Uma sondagem permite saber qual é a fundação mais indicada.

10.4.1. Tipos de fundação para residências de um pavimento.

a) baldrame (sapata corrida)

Encontrando terreno firme após 60cm de profundidade, pode-se abrir uma vala e fazer o baldrame diretamente sobre o fundo dela.

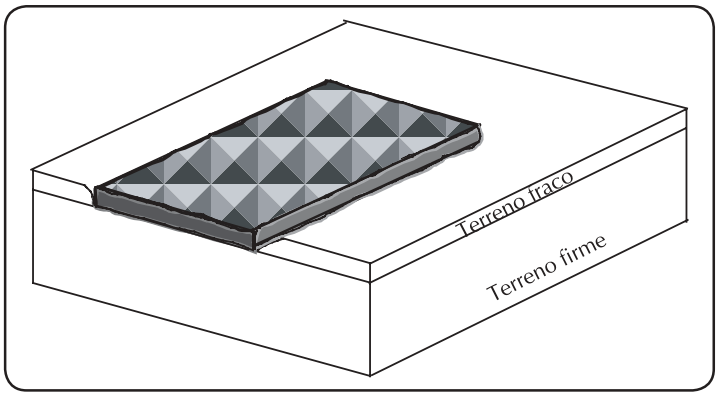
Figura 184 — Baldrame



b) radier

Não encontrando terreno firme até 60cm de profundidade o uso do radier pode ser uma solução, pois tem a vantagem de funcionar como contrapiso e calçada. Não esquecer de colocar os tubos de esgoto e os ralos antes de concretar o radier.

Figura 185 — Radier



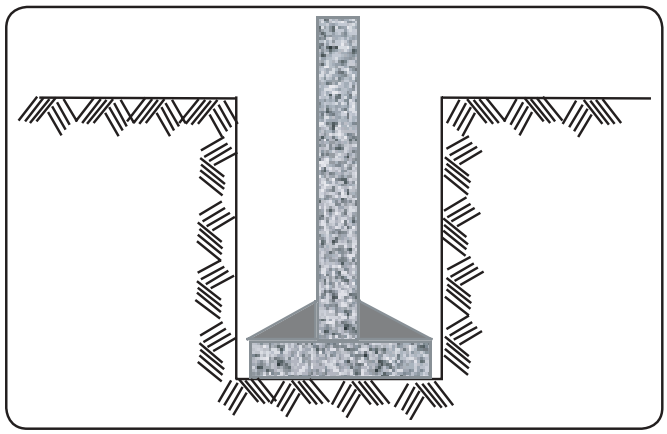
Observação: O radier só pode ser utilizado se o terreno todo tiver o mesmo tipo de solo. Se uma parte dele for firme e outra fraca, você não deve usar o radier

c) sapatas

Esse tipo de fundação é o mais utilizado. Sua indicação se dá quando o terreno firme estiver entre 0,60m a 2,00m de profundidade. As dimensões da sapata depende do tipo de solo, assim :

- terreno firme (saibro), malhas de ferro de 0,40mx0,40m e buraco de 0,50x0,50m;
- terreno arenoso sem água, malhas de ferro de 0,60m x 0,60m e buraco de 0,70x0,70m;
- terreno de boa consistência, malhas de ferro de 1,00m x 1,00m e buraco de 1,10x1,10m.

Figura 186 — Sapata



10.5. Instalações elétricas

Para executarmos as instalações elétricas de uma residência precisamos estimar as cargas de iluminação para podermos dimensionar os circuitos e seus respectivos disjuntores de proteção.

Tabela 38 — Carga de iluminação necessária por local de utilização

Local	Densidade de carga (w/m²)
Residências:	
Salas	25 - 30
Quartos	20
Escritórios	25 - 30
Copa e cozinha	20 - 25
Banheiro	10
Dependências	10

- recomendações:
  - não utilizar fio condutor de bitola menor que 1,5mm² (fio isolado tipo piras-tic);
  - cada circuito, protegido por fusível, deve atender a um máximo de 1200w, quando a voltagem é de 120v, e a um máximo de 2.200w quando a voltagem é de 220v;
  - manter os fusíveis com as capacidades recomendadas. Exemplo: para o circuito de fio 1,5mm², o fusível indicado é 15A; para o circuito de fio 2,5mm² o fusível é de 20A;

- no caso de instalação de bombas, deverá ser feita antes a devida instalação elétrica de força.

Tabela 39 — Metrificação dos fios e cabos elétricos (residências)

Equivalência prática AWG/MCM x série métrica, considerando PVC/60°CxPVC/70°C

AWG/MCM	PVC/60° C - EB-98 ABNT		PVC/70° C - NBR-6148 ABNT	
	(mm² aprox.)	*Ampéres*	Série métrica (mm²)	*Ampéres*
14	2,1	15	1,5	15,5
12	3,3	20	2,5	21
10	5,3	30	4	28
8	8,4	40	6	36
6	13	55	10	50

10.6. Instalações hidráulicas

Muitos problemas, como quebrar piso ou paredes depois de prontos, podem ser evitados quando damos a devida importância às instalações hidráulicas. Abaixo relacionamos algumas orientações para auxiliar na execução das instalações:

- a caixa d'água deverá ser instalada pelo menos 50cm acima da laje para facilitar as instalações e evitar vazamentos. Lembramos que a altura mínima entre a saída da água para o chuveiro e o fundo da caixa é de 1 metro;
- se necessitar de um chuveiro com ducha forte, faça uma instalação isolada com tubo de 1 ½" e reduza para ¾" antes do chuveiro, visto que a maioria dos chuveiros tem entrada de ½" ;
- durante a instalação dos tubos coloque uma bucha de papel ou plástico nas pontas para evitar entupimento;
- após fazer rosca nos tubos limpe-as retirando todas as sobras para evitar entupimento;
- procure utilizar tubos e conecções da mesma marca;
- cada tubo que sai da caixa d'água deverá ter um registro geral a pelo menos 2,20m de altura do piso;
- antes de cobrir os tubos faça um teste para detectar possíveis vazamentos.
- alturas das saídas das tubulações de água, com referência ao piso pronto:
  - filtro na cozinha = 1,80m;
  - torneira da cozinha = 1,20m;

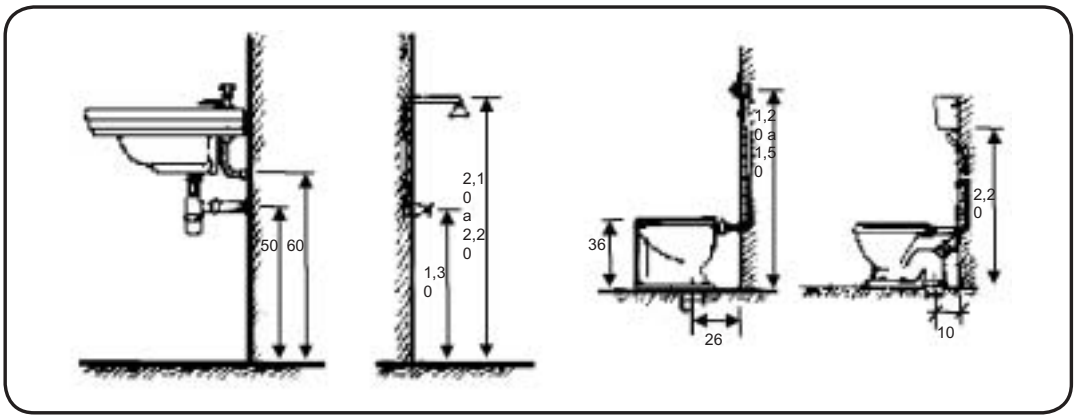
- torneira do tanque de lavar roupas = 1,20;
- registro do chuveiro = 1,20 a 1,30m;
- saída do chuveiro = 2,10 a 2,20m;
- caixa de descarga aparente = 2,20m;
- descarga embutida = 1,20 a 1,50m;
- lavatório = 0,60m.

• diâmetros mínimos dos sub-ramais que alimentam cada aparelho

- vaso sanitário:
  a) com válvula de descarga = tubo de 1 ½"
  b) com caixa de descarga = tubo de ½"
- lavatório e pia de cozinha: tubo de ½" ;
- chuveiro: tubo de ½" ;
- tanque de lavar roupa e torneira pública: tubo de ¾";
- ramal domiciliar para alimentação de pequena residência: tubo de ¾".

Ver na figura 187 abaixo as alturas das saídas das tubulações de água, para cada aparelho, com referência ao piso pronto.

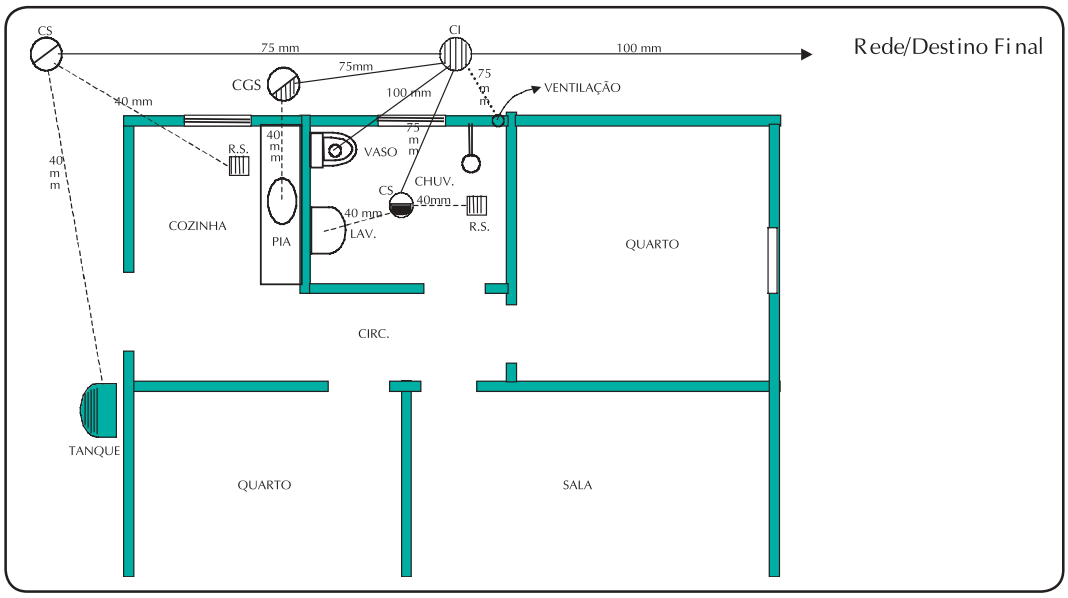
Figura 187 — Alturas das saídas das tubulações de água



10.7. Instalações de esgotos

Tubulações indicadas para cada aparelho:

Figura 188 — Tubulações indicadas para cada peça do sistema de esgotos domiciliares



- Recomendações:
  - a inclinação da tubulação de esgoto deve seguir a direção em que este correrá, não devendo ser menor que: 3% para tubos de até 75mm 2% para tubos de até 100mm, 0,7% para tubos de até 150mm;
  - não usar tubulação de diâmetro menor que 100mm entre caixas de inspeção;
  - caimento da tubulação deve ser constante entre duas caixas, para evitar pontos baixos onde possam se depositar detritos;
  - não utilizar tubulação de diâmetro menor que 75mm nas ligações de caixa sifonada, ralo sifonado ou caixa de gordura para caixa de inspeção.

10.8. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6148 E EB 98.* Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Cartilha cimento.* São Paulo : [19--]. 15 p.

PIANCA, J. B. *Manual do construtor - vol 1.* 20. ed. Rio de Janeiro, 1984.

NISKIER, J., MACINTYRE, J. *Instalações elétricas.* Rio de Janeiro, 1984.

Grupo responsável pela revisão/atualização do manual (3ª Edição)
Edilson Eduardo Werneck Machado - Sesan/CR-MG/**Funasa**
Eurico Suzart Neto - Sesan/CR-ES/**Funasa**
Everaldo Resende Silva - Desan/DF/**Funasa**
Francisco de Assis Quintieri - Sesan/CR-RJ/**Funasa**
Marcos Rogério Rodrigues - Sesan/CR-RJ/**Funasa**
Mário Mutsuo Onuki - Sesan/CR-PB/**Funasa**
Vilma Ramos Feitosa - Desan/DF/**Funasa**

Colaboradores da 3ª Edição
Alessandro Filgueiras da Silva - Deope/DF/**Funasa** (Capítulo 6)
Carlos Alberto Sanguinete de Souza - Sesan/CR-MG/**Funasa** (Capítulo 2)
Carlos Maurício Mendonça - PB/Consultor (Capítulo 4)
Daniel Oliveira dos Santos - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Edilson Eduardo Werneck Machado - Sesan/CR-MG/**Funasa** (Capítulo 2)
Elias Paulo da Silva - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Eloy Yanes Martin - Sec. Saúde/Maceió/AL (Capítulo 7)
Eurico Suzart Neto - Sesan/CR-ES/**Funasa** (Capítulo 3)
Francisco Anilton Alves Araújo - Cenepi/DF/**Funasa** (Capítulo 7)
Francisco de Assis Quintieri - Sesan/CR-RJ/**Funasa** (Capítulo 1,10 e Introdução)
Gilvan Juvêncio Alves - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Ima Aparecida Braga - Deope/DF/**Funasa** (Capítulo 6)
Javancy Celso de Lima - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Joilson Damasceno do Espírito Santo - Sesan/CR-GO/**Funasa**
José Boaventura Teixeira - Desan/DF/**Funasa** - Apoio de revisão
Lucimar Alves - Desan/DF/**Funasa** (Capítulo 5)
Lúcio Henrique Bandeira - Sesan/CR-RJ/**Funasa** - Apoio de revisão
Luiz Eduardo Mello - DF/**Funasa** (Capítulo 8)
Marcelo Santalúcia - DF/**Funasa** (Capítulo 6)
Marcos Rogério Rodrigues - Sesan/CR-RJ/**Funasa** (Capítulos 3, 9 e 10)
Maria Consuelo Ayres Marinho - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulos 1 e 4)
Maria de Lourdes Nobre Simões Arsky - Cenepi/DF/**Funasa** (Capítulo 7)
Maria Lúcia Prest Martelli - Desan/DF/**Funasa** (Capítulo 8)
Mário Mutsuo Onuki - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Nilce Bazzoli - Sesan/CR-MG/**Funasa** (Capítulo 2)
Roberto Nelson Nunes Reis - Sesan/CR-PB/**Funasa** (Capítulo 4)
Vera A. de Oliveira Figueiredo - Sesan/CR-RO/**Funasa** (Capítulo 5)
Vilma Ramos Feitosa - Desan/DF/**Funasa** (Capítulo 6)

Colaboradores das edições anteriores
Antônio Barreto Gonçalves Ferreira
Carlos Rebelo
Carlos Virgílio Napoleão de Miranda
Dealtagnan de Azevedo
Edmund G. Wagner
Emil Chanlett
Froilan Moitta
Gilson de Oliveira
Guilherme Augusto Telles de Miranda
Guilherme de França Messias
Henrique Bernardo Lobo
João de Carvalho
João Luiz Dias da Silva
José Augusto Batista
José Santos
Jucundino Ferreira Puget
Luiz Carlos da Costa Menezes
Luiz Solyon
Nelson Carvalho de Lucena
Raimundo Pedrosa
Servácio de Brito
Szachna Eliasz Cynamon
Walter Tabosa

e todos os engenheiros, Inspetores e auxiliares de saneamento, que, anomimamente, prestaram sua valiosa contribuição.

Capa e projeto gráfico do miolo
Gláucia Elisabeth de Oliveira — Nemir/Codec/Ascom/Presi/**Funasa**/MS

Revisão ortográfica e gramatical
Olinda Myrtes Bayma S. Melo - Nemir/Codec/Ascom/Presi/**Funasa**

Diagramação
Flávio Rangel de Souza- Nemir/Codec/Ascom/Presi/**Funasa**

Normalização bibliográfica
Raquel Machado Santos - Comub/Ascom/Presi/**Funasa**

Associação técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (Abividro), pela cessão das fotos sobre a composição vidro.

Colaboradores da 3ª Edição Revisada

Everaldo Resende Silva - Cgesa/Densp/**Funasa**
Edilson Eduardo Werneck Machado - Diesp/Core-MG/**Funasa**
Isaias da Silva Pereira - Cgvam/SVS/MS
Johnny Ferreira dos Santos - Cgesa/Densp/**Funasa**
Jamaci Avelino do Nascimento Júnior - Cgesa/Densp/**Funasa**
Leonardo Decina Laterza - Cgesa/Densp/**Funasa**
Marcos Rogerio Rodrigues - Diesp/Core-RJ/**Funasa**
Nilce Bazzoli - Diesp/Core-MG/**Funasa**
Rejane Maria de Souza Alves - Coveh/CGDT/Devep/SVS/MS